

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-093727

(43)Date of publication of application : 06.04.1999

(51)Int.Cl. F02D 29/02  
F02D 29/02  
B60L 11/14  
F02D 17/00  
F02D 17/02

(21)Application number : 09-279586

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 25.09.1997

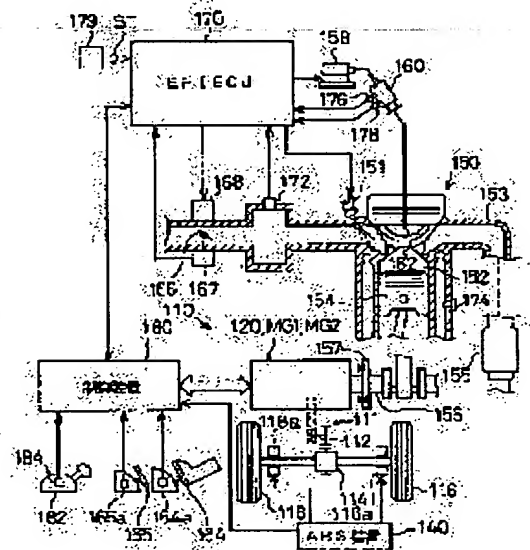
(72)Inventor : YAMAGUCHI KATSUHIKO

(54) POWER OUTPUT DEVICE, AND STOPPING METHOD FOR PRIME MOVER THEREIN

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To determine materialization of an executing condition for stopping time control to reduce an engine speed to zero with a prescribed deceleration in a power output device used in a hybrid vehicle.

**SOLUTION:** This power output device 110 is provided with a planetary gear 120, an engine 150 coupled with a crankshaft 156 to its planetary carrier, and a motor MG1 mounted on a sun gear. The engine 150 is not stopped immediately even when operation of the engine 150 is not required already to be continued because of a SOC of a battery or the like, but, for example, processing to stop the speed of the engine 150 with a prescribed deceleration is executed only when an ABS device 140 is not operated, cancel for reaction force is allowed, and a vehicle speed is within a prescribed range. The engine is stopped without feeling a reaction shock accompanied with the engine stop.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 31.05.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3292113

[Date of registration] 29.03.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The torque control means which controls torque which is infixed between the prime mover which outputs power by combustion of a fuel, and the output shaft of this prime mover and a driving shaft, and is outputted to this driving shaft. It is the power output unit equipped with the motor which can output and input power to this torque control means. When it is judged that it is not necessary to determine the operational status of said prime mover and to continue operation of this prime mover based on the demand to a power output unit, a prime-mover operational status decision means to output the shutdown demand which suspends operation of this prime mover. Whether the conditions that said prime mover can be suspended are satisfied by seeing from a power output unit or the device relevant to this with a condition precedent judging means to judge, and said prime-mover operational status decision means When judged with the shutdown demand of the prime mover under operation having been outputted, and the conditions that this prime mover can be suspended being satisfied with said condition precedent judging means. The power output unit equipped with a halt tense activation means to perform control at the time of a halt which adds torque to said output shaft, controls the rotation deceleration of this output shaft in the predetermined range, and suspends said prime mover while suspending the fuel supply to a prime mover.

[Claim 2] Said condition precedent judging means is a power output unit according to claim 1 which is a means to judge with the conditions which said prime mover can stop not being satisfied when the pre-heating condition of said prime mover is not completed.

[Claim 3] Said condition precedent judging means is a power output unit according to claim 1 which is a means to judge with the conditions of said prime mover which can be stopped not being satisfied when other power controls combined with said driving shaft are working.

[Claim 4] It is the power output unit which is a power output unit according to claim 3, and is a means for the wheel to be combined with said driving shaft, and for the slip arrester which prevents a superfluous slip of this wheel as a power control besides the above to be combined with this driving shaft, and to judge with the conditions of said prime mover which can be stopped not being satisfied when this slip arrester of said condition precedent judging means is working.

[Claim 5] Said condition precedent judging means is a power output unit according to claim 1 which is a means to judge with the conditions which said prime mover can stop when judged with the conditions that the reaction force which may be produced in said driving shaft can be reduced being fulfilled in case a prime mover stops being satisfied.

[Claim 6] It is the power output unit which is a power output unit according to claim 5, and is a means to judge with the conditions that said reaction force can be reduced when the wheel is combined with said driving shaft, the damping device which brakes this wheel is combined with this driving shaft and said damping device of said condition precedent judging means is working being fulfilled.

[Claim 7] It is the power output unit which is a power output unit according to claim 5, and is a means for the 2nd motor with which said motors differ to be combined with said driving shaft, and to judge with the conditions that said reaction force can be reduced when said condition

precedent judging means has this 2nd motor in the condition in which an output is possible to said driving shaft in the torque which reduces said reaction force being fulfilled.

[Claim 8] The output shaft of said prime mover is a power output unit which is a power output unit according to claim 1, and is a means to judge with the conditions which said prime mover can stop when said condition precedent judging means rotates said driving shaft to hard flow with this 2nd motor to said driving shaft by combining the 2nd motor with which said motors differ being satisfied.

[Claim 9] It is the power output unit equipped with a 3 shaft type power I/O means to output and input the power which becomes settled based on the power outputted and this inputted to one residual shaft when said torque control means has three shafts with which said driving shaft, said output shaft, and revolving shaft of said motor are combined, respectively and power is outputted [it was a power output unit according to claim 1, and ] and inputted among these three shafts to any 2 shafts.

[Claim 10] The torque control means which controls torque which is infixed between the prime mover which outputs power by combustion of a fuel, and the output shaft of this prime mover and a driving shaft, and is outputted to this driving shaft, In the power output unit equipped with the motor which can output and input power to this torque control means Are the approach of suspending said prime mover, and it is based on the demand to a power output unit. Determine the operational status of said prime mover and the existence of the need of continuing operation of this prime mover is judged. See from a power output unit or the device relevant to this, and it judges whether the conditions that said prime mover can be suspended are satisfied. When judged with the conditions that it is judged that it is not necessary to continue operation of the prime mover under said operation, and this prime mover can be suspended being satisfied The halt approach of the prime mover in the power output unit which performs control at the time of a halt which adds torque to said output shaft, controls the rotation deceleration of this output shaft in the predetermined range, and suspends said prime mover while suspending the fuel supply to a prime mover.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the power output unit which controls a halt of a prime mover, and its approach in detail about the halt approach of a power output unit and the prime mover in the power output unit.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, by the vehicle or vessel, the prime mover which outputs power by combustion of a fuel is carried, and the power output unit which carries out torque conversion of the power from this prime mover, and is outputted to a driving shaft is used. The thing which comes to combine the torque converter using a fluid and a change gear as such a power output unit is put in practical use. The torque converter in this equipment transmits power between both shafts through a flow of the fluid which has been arranged and was enclosed between the revolving shafts combined with the output shaft and change gear of a prime mover. In such a torque converter, in order to transmit power by flow of a fluid, slipping arises among both shafts and the energy loss according to this slipping occurs. Correctly, this energy loss is expressed with a product with the torque then delivered the rotational frequency difference of both shafts to the output shaft of power, and is consumed as heat.

[0003] Therefore, by the car carrying such a power output unit, when large power was required like [ when slipping between both shafts becomes large (for example, when running the time of start, and ascent inclination at a low speed) ], there was a problem that the energy loss in a torque converter became large, and became what has low energy efficiency. Moreover, since the transmission efficiency of the power in a torque converter does not become 100% even if it is at the stationary transit time, for example compared with the transmission of manual system, the fuel consumption cannot but become low.

[0004] Then, the power output unit which replaces the torque converter using such a fluid is already proposed partly. For example, the applicant had a prime mover, the planetary gear as a 3 shaft type power I/O means, two motors, and dc-batteries, did energy conversion to desired power with two motors by having used as planetary gear power stored in the power outputted from a prime mover, or a dc-battery, and has proposed what outputs this to a driving shaft (the Provisional-Publication-No. No. 30223 [ 50 to ] official report). Moreover, in a power output unit equipped with such a prime mover and planetary gear, two motors, and dc-batteries (rechargeable battery), since desired power is stabilized and outputted to a driving shaft, based on these rotational frequencies, what carries out drive control of the two motors has been proposed so that the rotational frequency of the sun gear of planetary gear, or a ring wheel and three shafts of a planetary carrier may turn into a desired rotational frequency (Japanese Patent Application No. No. 274112 [ eight to ]).

[0005] The energy which the prime mover outputted is stored in the dc-battery, and since power can be carried out at any time and it can output, it is not necessary to make the power and the output of a prime mover which are outputted to a driving shaft not necessarily balance in these power output units. a prime mover be operate by the most efficient steady operational status , rather , if excessive energy exist to the power demand of the driving shaft , this will be

store with the gestalt of power , and if a battery be fully charge , a prime mover will be suspend , and from the point that constitute so that it may be make to run a vehicle only under the power of a motor make the whole system efficient , it be consider a desirable thing . In this case, on-off operation of the prime mover will be carried out.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, when the power output unit which actually combined the torque inverter between such prime movers and driving shafts was manufactured and a prime mover was operated intermittently, it turned out that various problems exist. The problem that one might cause torsion resonance since the torque inverter which has quite big mass is combined with the output shaft of a prime mover was found out first. And it was found out that the generating conditions of torsion resonance are influenced according to the pre-heating condition of a prime mover etc. Furthermore, peripheral devices, such as a catalyst, were variously connected to the prime mover, and it was found out that fault may arise when the prime mover was operated and suspended regardless of these conditions. For example, when the prime mover was suspended before completion of pre-heating, the catalyst never reached activity temperature but it was possible to continue operating a vehicle, while exhaust air purification has been inadequate.

[0007] Furthermore, the following problem was also found out. With the configuration using planetary gear, since the direct output of a part of power outputted from a prime mover is carried out to a driving shaft through planetary gear, if the fuel for a prime mover is cut, the rotational frequency of the output shaft of a prime mover will also change with sudden change of the power outputted from a prime mover. Change of the rotational frequency of such an output shaft is reflected also in the revolving shaft of two motors through planetary gear. Feedback control is carried out so that change of such an engine speed may be negated, but since the change of the power outputted from a prime mover to control of this motor of two motors is earlier, a torque shock will produce them in a driving shaft. The torque shock produced in the driving shaft is not desirable from a viewpoint of a degree of comfort.

[0008] Moreover, other power controls, such as an anti-lock brake system (ABS) which prevents a superfluous slip of a wheel, and a traction control, may be combined with the driving shaft of a vehicle. It is not desirable for such control to be control of the driving force of a wheel fundamentally, to suspend a prime mover in the midst of this control, since it is equal to performing the torque control of a driving shaft, and to change the torque transmitted to a driving shaft, if it sees from control of other power controls, and it had the problem that control was complicated.

[0009] In addition, the various problems accompanying the control which suspends a prime mover are found out, this invention solves such various problems, and it sets to one of the purposes to reduce the torque shock which may be produced in a driving shaft with a halt of a prime mover for the purpose of performing shutdown control of the prime mover in a power output unit proper.

[0010]

[The means for solving a technical problem, and its operation and effectiveness] The approach of suspending the power output unit of this invention and its prime mover took the following means, in order to attain a part of above-mentioned purpose [ at least ]. Namely, the prime mover to which the power output unit of this invention outputs power by combustion of a fuel, The torque control means which controls torque which is infixed between the output shaft of this prime mover, and a driving shaft, and is outputted to this driving shaft, It is the power output unit equipped with the motor which can output and input power to this torque control means. When it is judged that it is not necessary determine the operational status of said prime mover and to continue operation of this prime mover based on the demand to a power output unit A prime-mover operational status decision means to output the shutdown demand which suspends operation of this prime mover, Whether the conditions that this prime mover can be suspended are satisfied by seeing from a power output unit or the device relevant to this with a condition precedent judging means to judge, and said prime-mover operational status decision

means When judged with the shutdown demand of the prime mover under operation having been outputted, and the conditions that this prime mover can be suspended being satisfied with said condition precedent judging means While suspending the fuel supply to a prime mover, let it be a summary to have had a halt tense activation means to perform control at the time of a halt which adds torque to said output shaft, controls the rotation deceleration of this output shaft in the predetermined range, and suspends said prime mover.

[0011] When it is judged according to this power output unit that it is not necessary to continue operation about the operational status of a prime mover, operation of a prime mover is not suspended simply, but with the condition precedent judging means, only when it judges whether the conditions that operation of a prime mover can be suspended are satisfied and the conditions that operation of a prime mover can be suspended are satisfied, control is performed at the time of a halt of a prime mover. Control is control which controls the rotation deceleration (acceleration of minus) of the output shaft of a prime mover in the predetermined range, and it not only suspends the fuel supply to a prime mover, but suspends a prime mover at the time of a halt of a prime mover.

[0012] Consequently, when not affecting a power output unit and the device relevant to this, a prime mover passes through the field of the operational status which twists to that output shaft and produces resonance quickly, and stops.

[0013] The pre-heating condition of a prime mover can be considered as conditions which such a prime mover can stop. When pre-heating is not completed, it judges with the conditions which a prime mover can stop not being satisfied. From the demand to a power output unit, since operation of a prime mover is continued when the pre-heating of a prime mover is not completed even if it becomes unnecessary to continue operation of a prime mover, pre-heating of catalyst equipment can fully be performed, for example, and exhaust air purification nature is not spoiled. Moreover, with this configuration, although it may be difficult for the friction of a prime mover to be large and to control the rotation deceleration of the output shaft of a prime mover in the predetermined range, since the lubricity of a prime mover is inadequate, if it is before pre-heating completion, since a prime mover is suspended after completing pre-heating, a prime mover can be suspended controlling rotation deceleration in the predetermined range, and the problem of torsion resonance can be avoided.

[0014] Moreover, in the above-mentioned configuration, it is also possible to make a condition precedent judging means into a means to judge with the conditions of a prime mover which can be stopped not being satisfied, when other power controls combined with the driving shaft are working. In this case, it has not been said that the power with which they are outputted to a driving shaft since other power controls do not suspend a prime mover working is not changed, and actuation of other power plants is affected.

[0015] For example, the slip arrester which prevents a superfluous slip of a wheel as other power controls carried out like this can be considered. In this case, when a condition precedent judging means has a working slip arrester, it judges with the conditions of said prime mover which can be stopped not being satisfied. Therefore, while a slip arrester operates and controlling the torque of a wheel, it has not been said that a prime mover is not suspended, the torque fluctuation accompanying a halt of a prime mover arises in a driving shaft, and contention is produced between control of a slip arrester.

[0016] On the other hand, it can be judged positively that the conditions on which a condition precedent judging means can suspend a prime mover are satisfied. What is necessary is just to judge with a prime mover being suspended, when the conditions which can reduce the reaction force produced in a driving shaft with a halt of a prime mover are satisfied. For example, it can judge with the conditions that reaction force can be reduced being fulfilled by the driving shaft in the configuration with which the damping device which brakes a wheel and a wheel is combined, when a damping device is working. Since damping force has joined the driving shaft, the effect of reaction force can be reduced with this damping force.

[0017] Moreover, the configuration which reduces positively the reaction force which joins a driving shaft is also possible. For example, when the 2nd different motor from the above-

mentioned motor combined with the torque control means is combined with a driving shaft and a prime mover is suspended, it is possible to take the configuration which reduces the reaction force produced in a driving shaft with this 2nd motor. In this case, what is necessary is just to judge with the conditions that reaction force can be reduced being fulfilled, when a condition precedent judging means has the 2nd motor in the condition in which an output is possible to a driving shaft in the torque which reduces reaction force. Although the 2nd motor may be established for the purpose of reduction of the reaction force accompanying a halt of a prime mover, it may divert what was prepared in order to output and input power to a driving shaft. Since it sees from the original role of the 2nd motor in such a case and actuation called reduction of reaction force cannot be taken, it is also suitable to distinguish the operating state of the 2nd motor and to judge whether the conditions which may suspend a prime mover are satisfied.

[0018] Moreover, when the 2nd motor is combined with the driving shaft and it rotates a driving shaft to hard flow with the output shaft of a prime mover with the 2nd motor, it is also possible to judge with the conditions which a prime mover can stop being satisfied (for example, when this power output unit is carried in the vehicle and it retreats a vehicle).

[0019] In each above-mentioned configuration, when it has three shafts with which a driving shaft, an output shaft, and the revolving shaft of a motor are combined in a torque control means, respectively and power is outputted and inputted among these 3 shafts to any 2 shafts, it can consider as a 3 shaft type power I/O means to output and input the power which becomes settled based on the power outputted and inputted to one residual shaft. As such a 3 shaft type power I/O means, planetary-gear equipment, bevel-gear equipment, etc. are known. According to this configuration, a prime mover, a motor, and a driving shaft are combinable reasonable. The condition of driving a driving shaft by making only a prime mover into the source of power, the condition of driving a driving shaft by making a prime mover and a motor into the source of power, I/O of the power to each shaft is freely controllable by the bottom of the above-mentioned properties of 3 shaft type power I/O means, such as a condition which revives power from a motor, and the condition of using a prime mover as a damping device.

[0020] The prime mover to which the approach of suspending the prime mover of the invention in this application outputs power by combustion of a fuel, In the power output unit equipped with the motor which can output and input power to the torque control means which controls torque which is infixed between the output shaft of this prime mover, and a driving shaft, and is outputted to this driving shaft, and this torque control means Are the approach of suspending said prime mover, and it is based on the demand to a power output unit. Determine the operational status of said prime mover and the existence of the need of continuing operation of this prime mover is judged. Judge whether the conditions that this prime mover can be suspended are satisfied, and it is judged that it is not necessary to continue operation of the prime mover under said operation. And when judged with the conditions that this prime mover can be suspended being satisfied, while suspending the fuel supply to a prime mover, let it be a summary to perform control at the time of a halt which adds torque to said output shaft, controls the rotation deceleration of this output shaft in the predetermined range, and suspends said prime mover.

[0021] When it is judged according to the halt approach of the prime mover in this power output unit that it is not necessary to continue operation about the operational status of a prime mover, operation of a prime mover is not suspended simply, but only when it judges whether the conditions that operation of a prime mover can be suspended are satisfied and the conditions that operation of a prime mover can be suspended are satisfied, control is performed at the time of a halt of a prime mover.

[0022]

[Other modes of invention] As other gestalten of this invention, a torque control means and a motor are constituted in one. As this motor The 1st Rota combined with the output shaft of said prime mover, and the 2nd Rota pivotable [ relatively ] and combined with said driving shaft to this 1st Rota, The mode of the power output unit using the motor equipped with the coil



which exchanges the power according to relative rotation of these 1st and 2nd Rota can be considered. Since it is also the same as when this configuration is adopted for Rota where mass is big to be combined with the output shaft of a prime mover, and to produce problems, such as torsion resonance, the advantage which adopts the configuration of this application is large.

[0023]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained based on an example. It is the block diagram showing the outline configuration of the car with which the block diagram in which drawing 1 shows the outline configuration of the power output unit 110 as one example of this invention, and drawing 2 incorporated the partial enlarged drawing of the power output unit 110 of an example, and drawing 3 incorporated the power output unit 110 of an example. It explains from the configuration of the whole car using drawing 3 first on account of explanation.

[0024] This car is equipped with the engine 150 which outputs power by using a gasoline as a fuel as shown in drawing 3. This engine 150 inhales the gaseous mixture of the air inhaled through the throttle valve 166 from the inhalation-of-air system, and the gasoline injected from the fuel injection valve 151 to a combustion chamber 152, and changes into rotation of a crankshaft 156 movement of the piston 154 depressed by explosion of this gaseous mixture. Here, the closing motion drive of the throttle valve 166 is carried out by the actuator 168. The high voltage from an ignitor 158 is led to the ignition plug 162 through the distributor 160, and a spark is formed in an ignition plug 162 to predetermined timing of this high voltage. The gaseous mixture inhaled in the combustion chamber 152 is lit by this spark, and carries out explosion combustion by it. The gas after the combustion which depressed the piston 154 by explosion combustion and rotated the crankshaft 156 is discharged from an exhaust valve to an exhaust pipe 153, and after passing a catalytic converter 155 and being purified, it is discharged by atmospheric air.

[0025] Operation of this engine 150 is controlled by the electronic control unit (hereafter referred to as EFIECU) 170. The various sensors in which the operational status of an engine 150 is shown are connected to EFIECU170. For example, it is the rotational frequency sensor 176, the angle-of-rotation sensor 178, etc. which are prepared for the coolant temperature sensor 174 and distributor 160 which detect the water temperature of the throttle-valve position sensor 167 which detects the opening (position) of a throttle valve 166, the inlet-pipe negative pressure sensor 172 which detects the load of an engine 150, and an engine 150, and detect the rotational frequency and angle of rotation of a crankshaft 156. In addition, although the starting switch 179 which detects the condition ST of an ignition key was connected to EFIECU170 in addition to this, illustration of other sensors, a switch, etc. was omitted.

[0026] It is combined with planetary gear 120, the motor MG 1, and Motor MG 2 which are later mentioned through the damper 157 which controls the amplitude of the torsional oscillation produced in a crankshaft 156, and the crankshaft 156 of an engine 150 is combined with the differential gear 114 through the power transfer gear 111 which sets a revolving shaft as a driving shaft 112 further. Therefore, finally the power outputted from the power output unit 110 is transmitted to the driving wheel 116,118 on either side. It connects with the control unit 180 electrically, and drive control of a motor MG 1 and the motor MG 2 is carried out by this control unit 180. Although the configuration of a control unit 180 is explained in full detail later, the interior is equipped with Control CPU and accelerator pedal position sensor 164a prepared in the shift position sensor 184 formed in the shift lever 182 or the accelerator pedal 164, brake-pedal position sensor 165a prepared in the brake pedal 165 are connected. Moreover, the control unit 180 is exchanging various information by EFIECU170 and the communication link which were mentioned above. About control including the exchange of such information, it mentions later.

[0027] The wheel cylinders 116a and 118a which perform that damping force are formed in a driving wheel 116,118, it gets down to it, and the ABS (anti-lock brake) equipment 140 which reduces it when a wheel locks the magnitude of the oil pressure supplied from the master wheel cylinder (not shown) interlocked with these wheel cylinders 116a and 118a at the brake pedal

165 is formed in it. When a wheel locks and slip ratio becomes superfluous, this ABS equipment 140 judges this, reduces the brake oil pressure of wheel cylinders 116a and 118a, avoids that a wheel locks, and secures the controllability of a vehicle. From this ABS equipment 140, the signal which shows [ of ABS control ] whether it is under activation is outputted to the control unit 180.

[0028] As shown in drawing 1 , the power output unit 110 of an example Greatly The damper 157 which connects the crankshaft 156 and the carrier shaft 127 of an engine 150 and an engine 150, and controls the amplitude of the torsional oscillation of a crankshaft 156, the planetary gear 120 by which the planetary carrier 124 was combined with the carrier shaft 127, It consists of control units 180 which carry out drive control of the motor MG 2 combined with the ring wheel 122 of the motor MG 1 combined with the sun gear 121 of planetary gear 120, and planetary gear 120, and the motors MG1 and MG2.

[0029] Drawing 2 explains the configuration of planetary gear 120 and motors MG1 and MG2. The sun gear 121 combined with the sun gear shaft 125 in the air with which planetary gear 120 penetrated the shaft center on the carrier shaft 127, The ring wheel 122 combined with the carrier shaft 127 and the ring wheel shaft 126 of the same axle, Two or more planetary pinion gears 123 which revolve around the sun while it is arranged between a sun gear 121 and a ring wheel 122 and the periphery of a sun gear 121 is rotated, It consists of planetary carriers 124 which are combined with the edge of a crankshaft 156 and support the revolving shaft of each planetary pinion gear 123 to revolve. In these planetary gear 120, 3 of the sun gear shaft 125 combined with the sun gear 121, the ring wheel 122, and the planetary carrier 124, respectively, the ring wheel shaft 126, and the carrier shaft 127 shafts are used as the I/O shaft of power, and if the power outputted and inputted among three shafts to any 2 shafts is determined, the power outputted and inputted by one residual shaft will become settled based on the power outputted and inputted biaxial [ which was determined ]. The detail about I/O of the power to three shafts of these planetary gear 120 is mentioned later. In addition, the resolver 139,149,159 which detects angle-of-rotation  $\theta_s$ ,  $\theta_r$ , and  $\theta_c$ , respectively is formed in the sun gear shaft 125, the ring wheel shaft 126, and the carrier shaft 127.

[0030] The power fetch gear 128 for the ejection of power is combined with the ring wheel 122. This power fetch gear 128 is connected to the power transfer gear 111 by the chain belt 129, and transfer of power is made between the power fetch gear 128 and the power transfer gear 111.

[0031] A motor MG 1 is constituted as a synchronous motor generator, and is equipped with Rota 132 which has two or more permanent magnets 135 in a peripheral face, and the stator 133 around which the three phase coil 134 which forms rotating magnetic field was wound. Rota 132 is combined with the sun gear shaft 125 combined with the sun gear 121 of planetary gear 120. A stator 133 carries out the laminating of the sheet metal of a non-oriented magnetic steel sheet, is formed, and is being fixed to the case 119. This motor MG 1 operates as a motor which carries out the rotation drive of Rota 132 by the interaction of the field by the permanent magnet 135, and the field formed with the three phase coil 134, and operates as a generator which makes the both ends of the three phase coil 134 produce electromotive force by the interaction of the field by the permanent magnet 135, and rotation of Rota 132.

[0032] A motor MG 2 is constituted as a synchronous motor generator like a motor MG 1, and is equipped with Rota 142 which has two or more permanent magnets 145 in a peripheral face, and the stator 143 around which the three phase coil 144 which forms rotating magnetic field was wound. Rota 142 is combined with the ring wheel shaft 126 combined with the ring wheel 122 of planetary gear 120, and the stator 143 is being fixed to the case 119. The stator 143 of a motor MG 2 also carries out the laminating of the sheet metal of a non-oriented magnetic steel sheet, and is formed. It operates as a motor or a generator like [ this motor MG 2 ] a motor MG 1.

[0033] Next, the control unit 180 which carries out drive control of the motors MG1 and MG2 is explained. As shown in drawing 1 , the control unit 180 consists of dc-batteries 194 which are the control CPU 190 and the rechargeable battery which control the 1st drive circuit 191 which

drives a motor MG 1, the 2nd drive circuit 192 which drives a motor MG 2, and both the drive circuit 191,192. Control CPU 190 is one chip microprocessor, and equips the interior with RAM190a for work pieces, ROM190b which memorized the processing program, input/output port (not shown) and EFIECU170, and the serial communication port (not shown) that performs a communication link. In this control CPU 190, angle-of-rotation  $\theta_s$  of the sun gear shaft 125 from a resolver 139, Angle-of-rotation  $\theta_r$  of the ring wheel shaft 126 from a resolver 149, angle-of-rotation  $\theta_c$  of the carrier shaft 127 from a resolver 159, The accelerator pedal position AP from accelerator pedal position sensor 164a (the amount of treading in of an accelerator pedal) The brake-pedal position BP from brake-pedal position sensor 165a (the amount of treading in of a brake pedal), The shift position SP from the shift position sensor 184 The remaining capacity of the current values  $I_{u1}$  and  $I_{v2}$  from two current detectors 195,196 prepared in the 1st drive circuit 191, the current values  $I_{u2}$  and  $I_{v2}$  from two current detectors 197,198 prepared in the 2nd drive circuit 192, and a dc-battery 194 The remaining capacity BRM from the remaining capacity detector 199 to detect etc. is inputted through input port.

[0034] Although the shift position sensor 184 detects the position (range) SP of the current shift lever 182, by the vehicle of this example, a parking range (P), neutral range (N), and retreat range (R), a driving range (D), and a brake range (B) are formed. Among these, although there is especially no place that P, N, R, and D range change with the usual vehicle, B range is a range original with the vehicle of this example. B range is a range which strengthened effectiveness of the regenerative brake at the time of vehicle moderation compared with D range, and when a vehicle gets down from a downward slope and goes, it is a range which performs positively regeneration by motors MG1 and MG2, and acquires a property like the engine brake in the usual vehicle by the regenerative brake. This B range is the same as D range about a vehicle acceleration side, and a property is acquired.

[0035] What the remaining capacity detector 199 measures the specific gravity of the electrolytic solution of a dc-battery 194 or the weight of the whole dc-battery 194, and detects remaining capacity, the thing which calculates the current value and time amount of charge and discharge, and detects remaining capacity, the thing which detects remaining capacity by making between the terminals of a dc-battery short-circuit momentarily, and measuring sink internal resistance for a current are known.

[0036] From control CPU 190, the control signal SW2 which drives six transistors Tr11 as the control signal SW1 which drives six transistors Tr1 which are the switching elements prepared in the 1st drive circuit 191 thru/or Tr6, and a switching element prepared in the 2nd drive circuit 192 thru/or Tr16 is outputted. Six transistors Tr1 in the 1st drive circuit 191 thru/or Tr6 constitute the transistor inverter, two pieces are arranged at a time in a pair, respectively so that it may become a source and sink side to power-source Rhine L1 and L2 of a pair, and each of the three phase coil (UVW) 34 of a motor MG 1 is connected at the node. Power-source Rhine L1 and L2 controls sequentially the rate of the transistor Tr1 which makes a pair by control CPU 190 since it connects with the plus [ of a dc-battery 194 ], and minus side, respectively thru/or the ON time amount of Tr6 with a control signal SW1, and if the current which flows in each coil of the three phase coil 134 is made into a false sine wave by PWM control, rotating magnetic field will be formed with the three phase coil 134.

[0037] On the other hand, six transistors Tr11 of the 2nd drive circuit 192 thru/or Tr16 also constitute the transistor inverter, is arranged, respectively, and the node of the transistor which makes a pair is connected to each of the three phase coil 144 of a motor MG 2. [ as well as the 1st drive circuit 191 ] Therefore, the transistor Tr11 thru/or the ON time amount of Tr16 which makes a pair by control CPU 190 is sequentially controlled with a control signal SW2, and if the current which flows in each coil 144 is made into a false sine wave by PWM control, rotating magnetic field will be formed with the three phase coil 144.

[0038] Actuation of the power output unit 110 of the example which explained the configuration above is explained. The principle of operation of the power output unit 110 of an example, especially the principle of torque conversion are as follows. When operating an engine 150 on the operation point P1 of an engine speed  $N_e$  and Torque  $T_e$  and operating the ring wheel shaft

126 on the operation point P2 of an engine speed  $N_r$  which is different although it is the same energy as the energy  $P_e$  outputted from this engine 150, and Torque  $T_r$ , the case where carry out torque conversion and the power outputted from an engine 150 is made to act on the ring wheel shaft 126 is considered. The engine 150 at this time, the rotational frequency of the ring wheel shaft 126, and the relation of torque are shown in drawing 4 .

[0039] Three shafts of planetary gear 120 (according to the place which device study teaches, the relation between the rotational frequency in the sun gear shaft 125, the ring wheel shaft 126, and the carrier shaft 127 or torque can be expressed as drawing called the collinear Fig. illustrated to drawing 5 and drawing 6 , and can be solved geometrically.) In addition, the rotational frequency of three shafts and the relation of torque to planetary gear 120 are also analyzable in formula by calculating the energy of each shaft etc., even if it does not use an above-mentioned collinear Fig. By this example, since explanation is easy, it explains using a collinear Fig.

[0040] The axis of ordinate in drawing 5 is a rotational frequency shaft of three shafts, and an axis of abscissa expresses the ratio of the location of the axis of coordinates of three shafts. That is, when the axes of coordinates S and R of the sun gear shaft 125 and the ring wheel shaft 126 are taken to both ends, the axis of coordinates C of the carrier shaft 127 is defined as a shaft which divides Shaft S and Shaft R interiorly to 1:rho. rho is the ratio of the number of teeth of a sun gear 121 to the number of teeth of a ring wheel 122 here, and it is expressed with a degree type (1).

[0041]

[Equation 1]

$$\rho = \frac{\text{サンギヤの歯数}}{\text{リングギヤの歯数}} \quad \dots (1)$$

[0042] The engine 150 is operated at the rotational frequency  $N_e$ , since the case where the ring wheel shaft 126 is operated at the rotational frequency  $N_r$  is considered, the rotational frequency  $N_e$  of an engine 150 can be now plotted on the axis of coordinates C of the carrier shaft 127 with which the crankshaft 156 of an engine 150 is combined, and a rotational frequency  $N_r$  can be plotted on the axis of coordinates R of the ring wheel shaft 126. If the straight line which passes along both this point is drawn, it can ask for the rotational frequency  $N_s$  of the sun gear shaft 125 as a rotational frequency expressed on the intersection of this straight line and axis of coordinates S. Hereafter, this straight line is called a collinear of operation. In addition, it can ask for a rotational frequency  $N_s$  by the proportion equation (degree type (2)) using a rotational frequency  $N_e$  and a rotational frequency  $N_r$ . Thus, in planetary gear 120, if it opts for any two rotations among a sun gear 121, a ring wheel 122, and the planetary carrier 124, it will opt for one residual rotation based on two rotations for which it opted.

[0043]

[Equation 2]

$$N_s = N_r - (N_r - N_e) \frac{1 + \rho}{\rho} \quad \dots (2)$$

[0044] Next, the torque  $T_e$  of an engine 150 is made to act on the drawn collinear of operation upwards from drawing Nakashita by making the axis of coordinates C of the carrier shaft 127 into line of action. Since a collinear of operation can be dealt with as the rigid body at the time of making the force as a vector act to torque at this time, the torque  $T_e$  made to act on an axis of coordinates C is separable into the torque  $T_{es}$  on an axis of coordinates S, and the torque  $T_{er}$  on an axis of coordinates R with the technique of separation of the force to two parallel different line of action. The magnitude of Torque  $T_{es}$  and  $T_{er}$  is expressed by the degree type (3) at this time. In addition, in explanation of the following which used the collinear Fig., although each torque  $T_{es}$ ,  $T_e$ ,  $T_{er}$ , and  $T_r$  is treated in an absolute value as what has the forward sign which is not related to the direction which acts altogether, the torque  $T_{m1}$  and  $T_{m2}$  which is

[ total ] necessary shall be treated with a sign. Therefore, a sign forward [ torque / Tm1 ] in facing down and Tm2 become a sign forward in facing up. Consequently, if torque Tm2 turns into upward torque in a collinear Fig. if it is  $T_r - T_{er} > 0$ , and it is  $T_r - T_{er} < 0$ , torque Tm2 turns into downward torque. It is unrelated the direction of torque Tm1 and Tm2, whether motors MG1 and MG2 have revived power, or power is consumed (power running). The condition (are you regeneration or power running?) of motors MG1 and MG2 becomes settled by whether it is acting on the side to which torque Tm1 and Tm2 accelerates the rotational frequency of the shaft on which the torque is acting, or it is acting on the side to slow down so that it may mention later.

[0045]

[Equation 3]

$$T_{es} = T_e \times \frac{\rho}{1 + \rho}$$

$$T_{er} = T_e \times \frac{1}{1 + \rho} \quad \dots (3)$$

[0046] What is necessary is just to take balance of the force of a collinear of operation, in order for the collinear of operation to be stable in this condition. That is, magnitude is the same as Torque Tes, the torque Tm1 with the opposite sense is made to act, magnitude is the same to resultant force with torque and Torque Ter with the opposite sense on an axis of coordinates R in the same magnitude as the torque Tr outputted to the ring wheel shaft 126, and the sense makes the opposite torque Tm2 act on an axis of coordinates S. This torque Tm1 can act by the motor MG 1, and torque Tm2 can be made to act by the motor MG 2. Since torque is made to act on a rotational direction and the rotational reverse sense by the motor MG 1 at this time, a motor MG 1 will operate as a generator and revives electrical energy Pm1 expressed with the product of torque Tm1 and a rotational frequency Ns from the sun gear shaft 125. By the motor MG 2, since the direction of torque is the same as the direction of rotational, a motor MG 2 operates as a motor and is outputted to the ring wheel shaft 126 by making into power electrical energy Pm2 expressed by the product of torque Tm2 and a rotational frequency Nr.

[0047] Here, if electrical energy Pm1 and electrical energy Pm2 are made equal, all the power consumed by the motor MG 2 can be revived by the motor MG 1, and it can be provided. What is necessary is for that just to make equal the thing which outputs all the inputted energy then the energy Pe outputted from an engine 150 since it is good, and energy Pr outputted to the ring wheel shaft 126. That is, the energy Pe expressed with the product of Torque Te and a rotational frequency Ne and energy Pr expressed with the product of Torque Tr and a rotational frequency Nr are made equal. If it compares with drawing 4, torque conversion will be carried out and the power expressed with the torque Te outputted from the engine 150 currently operated on the operation point P1 and a rotational frequency Ne will be outputted to the ring wheel shaft 126 as power expressed with the same energy at Torque Tr and a rotational frequency Nr. As mentioned above, the power outputted to the ring wheel shaft 126 is transmitted to a driving shaft 112 by the power fetch gear 128 and the power transfer gear 111, and is transmitted to a driving wheel 116,118 through a differential gear 114. Therefore, since linear relation is materialized for the power outputted to the ring wheel shaft 126, and the power transmitted to a driving wheel 116,118, the power transmitted to a driving wheel 116,118 is controllable by controlling the power outputted to the ring wheel shaft 126.

[0048] Although the engine speed Ns of the sun gear shaft 125 is forward in the collinear Fig. shown in drawing 5, as shown in the collinear Fig. shown in drawing 6, it may become negative at the engine speed Ne of an engine 150, and the engine speed Nr of the ring wheel shaft 126. At this time, by the motor MG 1, since the direction of rotational and the direction where torque acts become the same, a motor MG 1 operates as a motor and consumes electrical energy Pm1 expressed by the product of torque Tm1 and a rotational frequency Ns. On the other hand, by the motor MG 2, since the direction of rotational and the direction where torque acts become reverse, a motor MG 2 will operate as a generator and will revive electrical energy Pm2

expressed by the product of torque  $T_{m2}$  and a rotational frequency  $N_r$  from the ring wheel shaft 126. In this case, if electrical energy  $P_{m1}$  consumed by the motor MG 1 and electrical energy  $P_{m2}$  revived by the motor MG 2 are made equal, electrical energy  $P_{m1}$  consumed by the motor MG 1 can be exactly provided by the motor MG 2.

[0049] As mentioned above, although the fundamental torque conversion in the power output unit 110 of an example was explained. The power outputted from an engine 150 besides the actuation which the power output unit 110 of an example carries out torque conversion of all the power outputted from such an engine 150, and is outputted to the ring wheel shaft 126 (product of Torque  $T_e$  and a rotational frequency  $N_e$ ). By adjusting electrical energy  $P_{m1}$  revived or consumed by the motor MG 1, and electrical energy  $P_{m2}$  consumed or revived by the motor MG 2 It can consider as the actuation which finds out excessive electrical energy and discharges a dc-battery 194, or can also consider as various actuation, such as actuation with which the electrical energy running short is compensated with the power stored in the dc-battery 194.

[0050] In addition, the above principle of operation explained the conversion efficiency of the power by planetary gear 120, a motor MG 1, a motor MG 2 and a transistor  $Tr1$ , or  $Tr16$  as a value 1 (100%). Since it is less than one value in fact, it is necessary to make energy  $P_r$  which makes a bigger value a little than the energy  $P_r$  which outputs the energy  $P_e$  outputted from an engine 150 to the ring wheel shaft 126, or is conversely outputted to the ring wheel shaft 126 into a value [ a little ] smaller than the energy  $P_e$  outputted from an engine 150. For example, what is necessary is just to consider as the value computed by multiplying by the inverse number of conversion efficiency by the energy  $P_r$  outputted to the ring wheel shaft 126 in the energy  $P_e$  outputted from an engine 150. Moreover, what is necessary is to consider as the value computed from what multiplied the power revived by the motor MG 1 in the condition of the collinear Fig. of drawing 5 in the torque  $T_{m2}$  of a motor MG 2 by the effectiveness of both motors, and just to compute the power consumed by the motor MG 1 in the condition of the collinear Fig. of drawing 6 from what was broken by effectiveness of both motors. In addition, although energy is lost as heat by machine friction etc. in planetary gear 120, there are very few the amounts of loss, if it sees from the amount of whole, and the effectiveness of the synchronous motor used for motors MG1 and MG2 is very close to a value 1. Moreover, very small things, such as GTO, are known also for a transistor  $Tr1$  thru/or the on resistance of  $Tr16$ . Therefore, since it becomes a thing near a value 1, and the following explanation is also easy for explanation, the conversion efficiency of power is dealt with as a value 1 (100%), unless it shows clearly.

[0051] Next, in the car which is in a run state by such torque control, the decision routine at the time of suspending operation of an engine 150 is explained based on drawing 7 with a run state. Initiation of this routine performs processing which checks the value of the engine shutdown possible flag SXEG first (step S10). This flag SXEG is a flag which shows whether it may see from the demand to an engine 150, and an engine 150 may be suspended. This flag is set up in other routines which are not illustrated by the control device 180. As for a control device 180, a value 1 is set as the engine shutdown possible flag SXEG noting that the need of operating an engine 150 and outputting energy to the output shaft does not have the present, if the total  $P_e$  with the energy  $P_d$  which is needed on transit of a vehicle, and the energy  $P_b$  demanded for the charge and discharge of a dc-battery 194 becomes smaller than the decision value defined beforehand. On the other hand, this flag SXEG is set as a value 0 that it should start an engine 150 and should continue operation on transit if total with the required energy  $P_d$  and the energy  $P_b$  required for the charge and discharge of a dc-battery 194 becomes beyond a predetermined value.

[0052] If Flag SXEG is not a value 1, since it is not necessary to suspend an engine 150, it escapes from processing to "END" and it once ends this routine. If this flag SXEG is a value 1, from the conditions on energy balance, it will judge that an engine 150 can be suspended and decision of the condition precedent not more than step S20 will be performed. Step S From on energy balance, though an engine 150 can be suspended, also when an engine 150 cannot be

suspended, by the whole vehicle, it judges whether the conditions that an engine 150 can be suspended are satisfied from a certain thing by seeing from the power output unit 110 and the device relevant to this 20 or less. Processing of these single strings is equivalent to a condition precedent judging means.

[0053] When Flag SXEG is a value 1, processing judged about the present shift range next is performed (step S20). The shift range of a vehicle can be judged with the signal from the shift position sensor 184 formed in the shift lever 182. If it is shown that the shift position SP is a parking (P) range next, a signal will be read from a resolver 149 and processing which judges whether the vehicle is moving or not will be performed (step S25). In P range, fundamentally, since a vehicle must not run, it is P range, and when the driving shaft 112 is rotating, the defect of P range lock etc. can consider that a certain fault has occurred. The engine 150 which generates the force of the advance direction on a vehicle in such a case is wanted to stop immediately. Then, in this case, processing (step S90 mentioned later) is performed at the time of an engine shutdown, and an engine 150 is suspended. It does not interfere as what suspends an engine 150 immediately, without processing in this case, from the first, at the time of the engine shutdown of step S90, since there is possibility of generating of a certain fault. In addition, after suspending an engine 150 in such a case, it is also suitable to perform an abnormality display etc.

[0054] When the shift range of a shift lever 182 is a retreat (R) range, it judges whether SOC which shows the charge of a dc-battery 194 below is over the predetermined value S1 (this example about 45 [%]) (step S30). Furthermore, the opening TA of a throttle valve 166 is read from the throttle-valve position sensor 167, and it judges whether this is over 50 [%] (step S35). When SOC is over the predetermined value S1 and the throttle-valve opening TA is over 50 [%], it judges that an engine 150 is suspended, it shifts to step S90, and control is performed at the time of an engine shutdown. If at least one of these decision is not materialized, it judges that an engine 150 does not stop, it escapes to "END", and this routine is once ended. By this decision, the dc-battery 194 is charged to some extent, and an engine 150 will stop, when big driving force is required like retreat of a slope. Since the torque by the side of advance has arisen from the engine 150, it may become impossible to output required retreat torque to a driving shaft 112 in the power output unit 110 of this example, if the engine 150 is operated when big driving force is required. Therefore, in such a case, an engine 150 is suspended promptly. On the other hand, when SOC is small, priority is given to charge and an engine 150 is not suspended.

[0055] Next, when whether the vehicle has stopped when a shift position is judged to be in a drive-range (D) range or a brake (B) range has judged and (step S40) stopped, after stopping, it judges whether 4 seconds have passed (step S45). In D and B range, Flag SXEG is a value 1, and as long as the vehicle has moreover stopped, originally an engine 150 may be suspended. However, when the start-stop is repeated like delay transit, since the vehicle stopped is said and an engine 150 is immediately suspended since possibility of starting an engine 150 at the time of start is high, an engine 150 will be turned on and off at every start-stop, for example, and it may be sensed that turning on and off of an engine 150 is too frequent, considering an operator. In this example, when 4 seconds have passed since a vehicle halt, the feeling of frequent occurrence of turning on and off of such an engine is escaped by judging an engine 150 that a halt is possible for the first time. If 4 seconds have passed since the stop, it will judge that an engine 150 is suspended and will shift to step S90.

[0056] On the other hand, when the vehicle has not stopped, it judges whether next ABS equipment 140 is non-operating state (step S50). When a brake pedal 165 is broken in and a vehicle is braked, ABS equipment 140 controls brake oil pressure, and is outputting the signal which shows the working thing working to the control unit 180 so that a driving wheel 116,118 may not be in a lock condition with superfluous braking oil pressure. Therefore, it can judge whether a control unit 180 has working ABS equipment by reading this signal. If ABS equipment 140 is working, the damping force which joins a driving shaft 112 will be controlled, it will judge that it is not desirable to fluctuate the magnitude of the torque which suspends an engine 150



and is outputted to a driving shaft 112, and an engine 150 will not be suspended. In this case, it escapes to "END" and this routine is once ended.

[0057] On the other hand, if ABS equipment 140 is judged to un-be working, it will judge whether it is in the situation which can cancel reaction force next (step S55). When cancellation of reaction force suspends an engine 150, it means canceling by the torque to which a motor MG 2 outputs fluctuation (rapid decrease) of the torque produced in a driving shaft 112. When an engine 150 is suspended, it is because an operator may feel a torque shock at the time of a halt of an engine 150 when the torque fluctuation to produce is noncancellable driving shaft 112. Therefore, it becomes a requirement that a halt of an engine 150 is in the condition which can cancel torque fluctuation. When the motor MG 2 has revived power and is functioning as a regenerative brake, a predetermined limit may exist in the torque command value of a motor MG 2 by the demand from an electrical potential difference, a regeneration current, etc. In such a case, the torque command value of a motor MG 2 cannot be changed, and reaction force cannot be canceled. Therefore, the minimum guard value of a motor MG 2 is asked for the predetermined value TSTP which expected the allowances for canceling reaction force, and if the torque command value of a motor MG 2 has turned into beyond this predetermined value TSTP, it can be judged that reaction force is cancellable. Gear-ratio TSD of the minimum guard value rho:planetary gear 120 of the motor MG 2 by which the predetermined value TSTP can be found from a  $TSTP = TLG - 1.2 \times \rho \times TSD \times TLG$ :power limit here: It is the reduction torque for reaction-force-cancellation (with this example = 14Nm).

It asked by carrying out. In addition, a multiplier 1.2 is a multiplier for expecting the insurance on control.

[0058] When it is judged that reaction force cancellation is possible, processing which checks the vehicle speed next is performed (step S60). If the vehicle speed is contained from 15 km/h to 45 km/h, it considers that torque fluctuation is not worried so much by control of reaction force cancellation mentioned above even if it suspends an engine 150, and when 3 seconds or more have passed since the engine 150 was suspended previously, it will shift to control (step S90) at the time of a halt of (step S70) and an engine 150. Here, because halt control of an engine 150 is not performed too much frequently, it is contingent [ on progress ] for 3 seconds. On the other hand, if the vehicle speed is 15 or less km/h, it will judge whether the brake is an ON state (step S65). When the vehicle speed is low, torque fluctuation of the driving shaft 112 by halt of an engine 150 may be felt also by cancellation control of reaction force, but when the damping force by the brake is acting to a driving shaft 112, since a brake achieves the duty of reaction force cancellation, it judges that an engine 150 can be suspended and control is performed at the time of an engine shutdown (step S90).

[0059] In addition, when decision of steps S40 and S50 is "NO", and when the vehicle speed is judged to be 45 or more km/h at step S60, the conditions which all suspend an engine 150 judge that it is not ready, and it escapes from them to "END", and they once end this routine. Moreover, by this example, although not shown in drawing 7, also when the shift position SP is except N range and a \*\*\*\* limit cannot be protected, the engine 150 is suspended. A \*\*\*\* limit is a limit produced from limit of the rotational frequency of each shaft of planetary gear 120 that an engine 150 and two motors MG1 and MG2 are combined. Although it already explained that actuation of planetary gear 120 could be shown using a collinear Fig. (refer to drawing 5 and drawing 6), the rotational frequency of one shaft of planetary gear 120 will be automatically decided as other biaxial rotational frequencies being decided. Since an upper limit rotational frequency exists in a sun gear 121 or a ring wheel 122, respectively, if the rotational frequency of a driving shaft 112, as a result a ring wheel 122 was decided from the vehicle speed, an engine 150 cannot be rotated only in the range in which the rotational frequency of a motor MG 1, as a result a sun gear 121 does not exceed an upper limit rotational frequency. Therefore, from this \*\*\*\* limit, when the engine speed of an engine 150 becomes below that independence engine speed (an example about 800 rpm), an engine 150 is suspended, for example. In N range, since shut [ the motor MG 1 ], such conditions do not exist. The field of the \*\*\*\* limit to drawing 8 was shown.



[0060] According to the example explained above, control is performed the following condition at the time of a halt of an engine 150. In addition, the general conditions which suspend an engine 150 shall be ready from the charge condition of a dc-battery 194 etc. as a premise (SXEG=1).

(1) When the shift position SP is P range and a vehicle moves, perform control at the time of a halt of an engine 150, and suspend an engine 150. In P range, originally, a vehicle suspends the engine 150 which is the source of the power which advances a vehicle noting that a certain fault exists when a vehicle moves since it does not run.

[0061] (2) In the case of R range, SOC is below a predetermined value, and when the throttle opening TA is more than 50 [%], perform control which suspends an engine 150. An engine 150 is suspended when strong torque is required like [ the vehicle is retreating and / at the time of the climb by retreat ]. It is because the case where required torque cannot be taken out at a driving shaft 112 at the time of retreat if the engine 150 is operated when, as for an engine 150, the transit direction of a vehicle has generated the torque of the reverse sense and the torque beyond a predetermined value is required of a driving shaft 112 like the climb in retreat can be considered. A vehicle can be retreated by suspending an engine 150, using the power of the motor MG 2 driven with the power from a dc-battery 194 as it is. In addition, since the value of SOC is supervised, if the charge of a dc-battery 194 is low, since priority is given to evasion of the overdischarge of a dc-battery 194 over retreating a vehicle, a halt of an engine 150 will not be performed.

[0062] (3) When a vehicle is stopping, after stopping in the case of D or B range, when 4 seconds or more have passed, perform control at the time of a halt of an engine 150. It is because it does not interfere even if it stops an engine 150 when the vehicle has stopped.

(4) In the case of D or B range, iABS equipment 140 does not operate, but the reaction force cancellation by the ii motor MG 2 is possible, and when the iii vehicle speed is in the range of 15 km/h to 45 km/h, perform control which suspends an engine 150. It is because control of slip ratio is not affected with ABS equipment 140 or an operator does not sense the torque shock of a halt of an engine 150, when these conditions i-iii are satisfied altogether.

[0063] In addition, among the above-mentioned conditions, about the vehicle speed, if the brake is turned on in the case of 15 or less km/h, an engine 150 will be suspended. In this case, it is because the torque shock at the time of engine 150 halt is cancelable with the damping force by the brake.

[0064] Although decision whether an engine 150 can be suspended is performed by the above processing, processing (step S90) is explained using the engine shutdown control routine illustrated below to drawing 9 at the time of the engine shutdown performed when it is judged that a halt is possible. In addition, about an engine shutdown control routine, if a prime mover is operated to a idle state, controlling the deceleration of the rotational frequency of a driving shaft in the predetermined range, no matter it may be control [ what ], it will not interfere. Deceleration of the rotational frequency of a driving shaft is made into the predetermined range for passing through a torsion resonance field quickly.

[0065] If the engine shutdown control routine shown in drawing 9 is performed, the control CPU 190 of a control device 180 will output the signal of engine shutdown to EFIECU170 by communication link first (step S100). EFIECU170 which received the shutdown signal of an engine 150 stops impression of the electrical potential difference to an ignition plug 162 while suspending the fuel injection from a fuel injection valve 151, and it makes a throttle valve 166 further a close by-pass bulb completely. Self-supporting operation of an engine 150 stops by such processing. If the crankshaft 156 of an engine 150 is not immediately \*\*\*\*\*ed according to inertia but it is left as it is even if operation is suspended, the rotational frequency of an engine 150 will become small gradually with the predetermined deceleration which becomes settled with the magnitude of the load combined with the crankshaft 156, coefficient of friction of a piston 154, etc., and a rotational frequency will be soon set to 0. Here, processing explained below is performed so that the rotational frequency of an engine 150 may fall with predetermined deceleration rather than that may fall automatically.

[0066] Control CPU 190 inputs the rotational frequency Ne of an engine 150 first (step S102). It can ask for the rotational frequency Ne of an engine 150 from angle-of-rotation thetac of the carrier shaft 127 detected by the resolver 159 prepared in the carrier shaft 127 combined through the crankshaft 156 and the damper 157. In addition, direct detection of the engine speed Ne of an engine 150 can also be carried out also by the engine-speed sensor 176 prepared for the distributor 160. In this case, control CPU 190 will receive the information on a rotational frequency Ne from EFIECU170 connected to the rotational frequency sensor 176 by communication link.

[0067] An input of the rotational frequency Ne of an engine 150 sets up the initial value of the time counter TC based on the inputted rotational frequency Ne (step S104). Here, an increment is carried out in case the repeat step S106 thru/or processing of S126 are performed, as the time counter TC is an argument used when setting up target rotational frequency Ne\* of an engine 150 at step S108 mentioned later and is shown in step S106. A setup of the initial value of this time counter TC is performed using the map at the time of setting up target rotational frequency Ne\* of an engine 150 by making the time counter TC into an argument, for example, the map shown in drawing 10 . As shown in drawing 10 , a setup of the time counter TC takes a rotational frequency Ne on an axis of ordinate (shaft of target rotational frequency Ne\*), and is performed by calculating the value of the time counter TC corresponding to this.

[0068] If the time counter TC is set up, the set-up time counter TC will be incremented (step S106), and target rotational frequency Ne\* of an engine 150 will be set up using the map shown in this time counter TC which incremented and drawing 8 (step S108). In a setup of target rotational frequency Ne\*, the time counter TC is taken on an axis of abscissa (shaft of the time counter TC), and it is carried out by asking for target rotational frequency Ne\* corresponding to this. In addition, signs that it asked for target rotational frequency Ne\* as "TC+1" which applied the value 1 to the initial value of the time counter TC were displayed on drawing 10 . Then, the rotational frequency Ne of an engine 150 is inputted (step S110), and torque command value Tm1\* of a motor MG 1 is set up by the degree type (4) using the inputted rotational frequency Ne and set-up target rotational frequency Ne\* (step S112). The 1st term of the right-hand side in a formula (5) is a proportional which negates the deflection from target rotational frequency Ne\* of a rotational frequency Ne here, and the 2nd term of the right-hand side is an integral term which abolishes steady-state deviation. In addition, K1 and K2 are proportionality constants.

[0069]

[Equation 4]

$$T_{m1*} \leftarrow K1 (Ne* - Ne) + K2 \int (Ne* - Ne) dt \quad \dots (4)$$

[0070] Then, based on a degree type (5), torque command value Tm2\* of a motor MG 2 is set up using command value Tr\* of torque and torque command value Tm1\* of a motor MG 1 which should be outputted to the ring wheel shaft 126 (step S120). Where operation of an engine 150 is suspended, when the 2nd term of the right-hand side in a formula (5) outputs the torque of torque command value Tm1\* from a motor MG 1, it is torque which acts on the ring wheel shaft 126 through planetary gear 120, and K3 is a proportionality constant. Although K3 is a value 1 if it is in the condition of balance of the collinear of operation in a collinear Fig., it becomes a value smaller than a value 1 at the transient in the case of the shutdown of an engine 150. It is because the part of the torque outputted to a transient from a motor MG 1 is used for change of movement of the system of inertia which consists of an engine 150 and a motor MG 1. What is necessary is to search for the torque (inertia torque) which multiplies the moment of inertia seen from the motor MG 1 of an above-mentioned system of inertia by the angular acceleration of the sun gear shaft 125, and is used for change of movement of a system of inertia, and just to break what subtracted this from torque command value Tm1\* by gear ratio rho, in order to search for this torque correctly. In the example, since torque command value Tm1\* set up by this routine was a comparatively small value, count was simplified using the proportionality

constant K3. In addition, command value Tr\* of the torque which should be outputted to the ring wheel shaft 126 is set up based on the demand torque configuration routine illustrated to drawing 11 based on the amount of treading in of the accelerator pedal 164 by the operator. Hereafter, the processing which sets up this torque command value Tr\* is explained briefly.

[0071]

[Equation 5]

$$T_{m2*} \leftarrow T_{r*} - K_3 \times \frac{T_{m1*}}{\rho} \quad \dots (5)$$

[0072] The demand torque configuration routine of drawing 11 is repeatedly performed for every (for example, 8msec) predetermined time. If this routine is performed, the control CPU 190 of a control unit 180 will perform first processing which reads the rotational frequency Nr of the ring wheel shaft 126 (step S130). It can ask for the engine speed Nr of the ring wheel shaft 126 from angle-of-rotation thetar of the ring wheel shaft 126 detected by the resolver 149. Then, processing which inputs the accelerator pedal position AP detected by accelerator pedal position sensor 164a is performed (step S132). Since an accelerator pedal 164 is broken in when it senses that an operator's output torque is insufficient, the accelerator pedal position AP corresponds to the torque which should be outputted to the ring wheel shaft 126, as a result a driving wheel 116,118. If the accelerator pedal position AP is read, processing which computes torque command value Tr\* which is the desired value of the torque which should be outputted to the ring wheel shaft 126 based on the read accelerator pedal position AP and the rotational frequency Nr of the ring wheel shaft 126 will be performed (step S134). The torque which should be outputted to the ring wheel shaft 126 is computed without computing the torque which should be outputted to a driving wheel 116,118 here because it will mean that it had searched for the torque which should be outputted to a driving wheel 116,118, if the ring wheel shaft 126 searches for the torque which should be outputted to the ring wheel shaft 126, since it is mechanically combined with the driving wheel 116,118 through the power fetch gear 128, the power transfer gear 111, and the differential gear 114. In addition, in the example, the value of torque command value Tr\* shall be calculated based on the map which memorized beforehand the map in which the relation between the engine speed Nr of the ring wheel shaft 126, and the accelerator pedal position AP and torque command value Tr\* is shown to ROM190b, and was memorized to the read accelerator pedal position AP, the engine speed Nr of the ring wheel shaft 126, and ROM190b when the accelerator pedal position AP was read. An example of this map is shown in drawing 12.

[0073] In this way, if torque command value Tm1\* of a motor MG 1 is set up at step S112 and torque command value Tm2\* of a motor MG 2 is set up at step S114 By the control routine ( drawing 13 ) of a motor MG 1 and the control routine ( drawing 14 ) of a motor MG 2 which are repeatedly performed using interrupt processing for every (every [ for example, ] 4msec) predetermined time A motor MG 1 and a motor MG 2 are controlled so that the torque of the set-up command value is outputted from a motor MG 1 and a motor MG 2. About control of such a motor MG 1 and control of a motor MG 2, it mentions later.

[0074] It returns to drawing 9, and the control CPU 190 of a control unit 180 performs processing which compares the rotational frequency Ne and threshold Nref of an engine 150, after asking for torque command value Tm1\* of motors MG1 and MG2, and Tm2\* (step S116). Here, a threshold Nref is set up as a value near the value set up as target rotational frequency Ne\* of an engine 150 in processing of the operation mode by the motor MG 2. In the example, since target rotational frequency Ne\* of the engine 150 in processing of the operation mode by the motor MG 2 is set as the value 0, the threshold Nref is set up as a value near the value 0. In addition, this value is a value smaller than the lower limit of the rotational frequency field where the system combined with the crankshaft 156 combined by the damper 157 and the carrier shaft 127 produces resonance phenomena. Therefore, when the engine speed Ne of an engine 150 is larger than a threshold Nref, it is still in the transient of the shutdown of an engine 150, it judges that it has not become under the lower limit of the engine-speed field

which produces resonance phenomena, and return, step S106, or processing of S116 is repeated and performed to step S106. If step S106 thru/or processing of S116 are repeated and performed, the increment of the time counter TC is carried out, and since target rotational frequency Ne\* of an engine 150 is set up as a smaller value based on the map shown in drawing 10 , the rotational frequency Ne of an engine 150 becomes small each time with the inclination of target rotational frequency Ne\* of the map shown in drawing 10 , and the same inclination. Therefore, beyond the inclination of a natural change of the engine speed Ne when the fuel injection to an engine 150 stops the inclination of target engine-speed Ne\*, then the engine speed Ne of an engine 150 can be promptly made small, and the engine speed Ne of under the inclination of a natural change of an engine speed Ne, then an engine 150 can be gently made small. In the example, since it assumes passing through the rotational frequency field which produces above-mentioned resonance phenomena, the inclination of target rotational frequency Ne\* is set up beyond the inclination of a natural change of a rotational frequency Ne.

[0075] On the other hand, if the rotational frequency Ne of an engine 150 becomes below the threshold Nref, while setting the cancellation torque Tc as torque command value Tm1\* of a motor MG 1 (step S118), torque command value Tm2\* of a motor MG 2 is set up by the upper type (5) (step S120), and it waits to carry out predetermined time progress (step S122). Here, the cancellation torque Tc is the torque for preventing so-called undershooting [ from which the rotational frequency Ne of an engine 150 serves as a negative value ]. In addition, when suspending operation of an engine 150 positively by the motor MG 1 which receives PI control, it mentioned above about the reason which the rotational frequency Ne of an engine 150 undershoots.

[0076] If predetermined time progress is carried out where the cancellation torque Tc is outputted from a motor MG 1, while setting a value 0 as torque command value Tm1\* of a motor MG 1 (step S124), torque command value Tr\* is set as torque command value Tm2\* of a motor MG 2 (step S126), and processing of the operation mode by the motor MG 2 which does not end and illustrate this routine is performed.

[0077] Next, control of a motor MG 1 is explained based on the control routine of the motor MG 1 illustrated to drawing 13 . If this routine is performed, the control CPU 190 of a control unit 180 will perform first processing which inputs angle-of-rotation thetas of the sun gear shaft 125 from a resolver 139 (step S180), and will perform processing which searches for the electrical angle theta 1 of a motor MG 1 from angle-of-rotation thetas of the sun gear shaft 125 (step S181). In the example, since the synchronous motor of four pole pairs is used as a motor MG 1, theta1=4thetas will be calculated. Then, processing which detects the currents Iu1 and Iv1 which are flowing to U phase and V phase of the three phase coil 134 of a motor MG 1 with the current detector 195,196 is performed (step S182). Although the current is flowing to the three phase of U, V, and W, since the total is zero, it is sufficient if the current which flows to two phases is measured. In this way, coordinate transformation (three phase -> 2 phase-number conversion) is performed using the current of the obtained three phase (step S184). Coordinate transformation is changing into the current value of d shaft of the synchronous motor of a permanent-magnet type, and q shaft, and is performed by calculating a degree type (6). Coordinate transformation is performed in the synchronous motor of a permanent-magnet type here because it is an amount with the current of d shaft and q shaft essential when controlling torque. It is also possible to control from the first with a three phase.

[0078]

[Equation 6]

$$\begin{bmatrix} Id1 \\ Iq1 \end{bmatrix} = \sqrt{2} \begin{bmatrix} -\sin(\theta_s - 120) & \sin \theta_s \\ -\cos(\theta_s - 120) & \cos \theta_s \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Iu1 \\ Iv1 \end{bmatrix} \quad \dots (6)$$

[0079] Next, after changing into a biaxial current value, processing which asks for current command value Id1\* of each shaft searched for from torque command value Tm1\* in a motor MG 1, Iq1\*, the currents Id1 and Iq1 that actually flowed on each shaft, and deflection, and

calculates the electrical-potential-difference command values  $V_{d1}$  and  $V_{q1}$  of each shaft is performed (step S186). That is, the following formulas (7) are calculated first. Here,  $K_{p1}$ ,  $K_{p2}$ ,  $K_{i1}$ , and  $K_{i2}$  are multipliers respectively. These multipliers are \*\*\*\*\* adjusted so that the property of the motor to apply may be suited. In addition, the electrical-potential-difference command values  $V_{d1}$  and  $V_{q1}$  are calculated from the part (the 1st term of the formula (7) 1st type right-hand side) proportional to deflection  $\Delta I$  with current command value  $I^*$ , and an accumulated part (the 2nd term of this right-hand side) of the past of  $i$  batch of deflection  $\Delta I$ . [0080]

[Equation 7]

$$V_{d1} = K_{p1} \cdot \Delta I_{d1} + \Sigma K_{i1} \cdot \Delta I_{d1}$$

$$V_{q1} = K_{p2} \cdot \Delta I_{q1} + \Sigma K_{i2} \cdot \Delta I_{q1} \quad \dots (7)$$

[0081] Then, coordinate transformation (two phase -3 phase-number conversion) equivalent to the inverse transformation of the conversion which performed the electrical-potential-difference command value calculated in this way at step S184 is performed (step S188), and processing which asks for the electrical potential differences  $V_{u1}$ ,  $V_{v1}$ , and  $V_{w1}$  actually impressed to the three phase coil 134 is performed. It asks for each electrical potential difference by the degree type (8).

[0082]

[Equation 8]

$$\begin{bmatrix} V_{u1} \\ V_{v1} \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} \cos \theta_s & -\sin \theta_s \\ \cos (\theta_s - 120) & -\sin (\theta_s - 120) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{d1} \\ V_{q1} \end{bmatrix}$$

$$V_{w1} = -V_{u1} - V_{v1} \quad \dots (8)$$

[0083] Since actual armature-voltage control is made by the transistor  $Tr1$  of the 1st drive circuit 191 thru/or the on-off time amount of  $Tr6$ , it carries out PWM control of each transistor  $Tr1$  thru/or the ON time amount of  $Tr6$  so that it may become each electrical-potential-difference command value calculated by the formula (8) (step S199).

[0084] If the sense of the torque [ in / for the sign of torque command value  $T_{m1}^*$  of a motor MG 1 / the collinear Fig. of drawing 5 or drawing 6 ]  $T_{m1}$  is made forward here Even if torque command value  $T_{m1}^*$  of the same forward value is set up, when the sense on which torque command value  $T_{m1}^*$  acts like the condition of the collinear Fig. of drawing 5 differs from the sense of rotation of the sun gear shaft 125, regenerative control is made, and power running control is made like the condition of the collinear Fig. of drawing 6 at the time of the same direction. However, since power running control of a motor MG 1 and regenerative control control the transistor  $Tr1$  of the 1st drive circuit 191 thru/or  $Tr6$  so that forward torque acts on the sun gear shaft 125 by the permanent magnet 135 attached in the peripheral face of Rota 132, and the rotating magnetic field produced according to the current which flows in the three phase coil 134 if torque command value  $T_{m1}^*$  is forward, they turn into the same switching control. That is, if the sign of torque command value  $T_{m1}^*$  is the same, even if control of a motor MG 1 is regenerative control and it is power running control, it will become the same switching control. Therefore, all of the regenerative control and power running control by the control routine of the motor MG 1 of drawing 13 can be performed. Moreover, since the direction of change of angle-of-rotation  $\theta_{tas}$  of the sun gear shaft 125 read at step S180 only becomes reverse when torque command value  $T_{m1}^*$  is negative, the control routine of a motor MG 1 which illustrated to drawing 13 also at this time can be used as it is.

[0085] Next, control of a motor MG 2 is explained based on the control routine of the motor MG 2 illustrated to drawing 14 . control processing of a motor MG 2 -- control processing of a motor MG 1 -- it replaces with torque command value  $T_{m1}^*$  and angle-of-rotation  $\theta_{tas}$  of the sun gear shaft 125 inside, and is completely the same as that of control processing of a motor MG 1 except for the point using torque command value  $T_{m2}^*$  and angle-of-rotation  $\theta_{tar}$  of the ring wheel shaft 126. Namely, while detecting angle-of-rotation  $\theta_{tar}$  of the ring

wheel shaft 126 using a resolver 149 (step S190) The electrical angle  $\theta_2$  of a motor MG 2 is computed from detected angle-of-rotation  $\theta_{tar}$  (step S191). Then, each phase current of a motor MG 2 is detected using the current detector 197,198 (step S192). Then, the operation of coordinate transformation (step S194) and the electrical-potential-difference command values  $V_{d2}$  and  $V_{q2}$  is performed (step S196). Furthermore, backseat label conversion (step S198) of an electrical-potential-difference command value is performed, the transistor Tr11 of the 2nd drive circuit 192 of a motor MG 2 thru/or the on-off control time amount of Tr16 are found, and PWM control is performed (step S199).

[0086] Although power running control of the motor MG 2 is carried out by the sense of torque command value  $T_{m2}^*$ , and the sense of rotation of the ring wheel shaft 126 here or regenerative control is carried out, both power running control and regenerative control can be performed by control processing of the motor MG 2 of drawing 12 like a motor MG 1. In addition, in the example, the sign of torque command value  $T_{m2}^*$  of a motor MG 2 made forward the sense of the torque  $T_{m2}$  at the time of the condition of the collinear Fig. of drawing 5.

[0087] Next, the situation of change, such as the rotational frequency  $N_e$  of the engine 150 in the case of halt control of such an engine 150 and the torque  $T_{m1}$  of a motor MG 1, is explained using the explanatory view illustrated to the collinear Fig. illustrated to drawing 15 thru/or drawing 17, and drawing 18. Drawing 15 is a collinear Fig. when the engine shutdown control routine of drawing 9 begins and is performed, drawing 16 is a collinear Fig. when step S106 of an engine shutdown control routine thru/or processing of S116 are performed repeatedly several times, and drawing 17 is a collinear Fig. when the rotational frequency  $N_e$  of an engine 150 becomes below the threshold  $N_{ref}$ . In the example, since the inclination of target rotational frequency  $N_e^*$  in the map of drawing 10 is set up beyond the inclination of a natural change of a rotational frequency  $N_e$ , as shown in drawing 15 and drawing 16, the torque  $T_{m1}$  outputted from a motor MG 1 acts in the direction which makes the rotational frequency  $N_e$  of an engine 150 small compulsorily. Therefore, since the rotational frequency  $N_s$  of the sun gear shaft 125 serves as a negative value as it operates as a generator and is shown in drawing 16 after that, since torque  $T_{m1}$  serves as a hand of cut of the sun gear shaft 125, and reverse sense when an engine shutdown control routine begins and is performed, a motor MG 1 will operate as a motor. Since the PI control of the motor MG 1 is carried out based on the rotational frequency  $N_e$  of an engine 150, and target rotational frequency  $N_e^*$  at this time, as it is shown in drawing 18, the rotational frequency  $N_e$  of an engine 150 is late for target rotational frequency  $N_e^*$  a little, and it changes. In addition, since the rotational frequency  $N_s$  of the sun gear shaft 125 may serve as a negative value as explained using drawing 6 depending on the rotational frequency  $N_e$  of an engine 150 and the rotational frequency  $N_r$  of the ring wheel shaft 126 in the condition before directions of the shutdown of an engine 150 are outputted, the collinear Fig. of drawing 16 may turn into a collinear Fig. when an engine shutdown control routine is performed for the first time. In this case, a motor MG 1 will operate as a motor from the start.

[0088] Since the fuel supply to an engine 150 stops in the condition of the collinear Fig. of such drawing 15 and drawing 16, there is no output of the torque from an engine 150. However, since torque  $T_{m1}$  is outputted in the direction which makes the rotational frequency  $N_e$  of an engine 150 small compulsorily from a motor MG 1, the torque  $T_{sc}$  as the reaction will act on the carrier shaft 127. On the other hand, the torque  $T_{sr}$  outputted to the ring wheel shaft 126 through planetary gear 120 in connection with the torque  $T_{m2}$  outputted from a motor MG 2 and the torque  $T_{m1}$  outputted from a motor MG 1 acts on the ring wheel shaft 126. Although the torque  $T_{sr}$  which acts on this ring wheel shaft 126 can be searched for from change of movement of the system of inertia which consists of an engine 150 and a motor MG 1, and balance of a collinear of operation as mentioned above, it is comparable as the 2nd term of the right-hand side of a formula (5). Therefore, torque in general equal to torque command value  $T_r^*$  will be outputted to the ring wheel shaft 126.

[0089] If the rotational frequency  $N_e$  of an engine 150 becomes below the threshold  $N_{ref}$  as a result of performing the engine shutdown control routine of drawing 9 repeatedly (step S116),

since the cancellation torque  $T_c$  is outputted from a motor MG 1, it will stop without producing undershooting [ which was shown in drawing 18 with the broken line ], and the rotational frequency  $N_e$  of an engine 150 will shift to processing of the operation mode by the motor MG 2 smoothly. In the example, torque command value  $T_{m1*}$  of a motor MG 1 is made into the value 0 at the time of the operation mode by this motor MG 2. For this reason, a collinear of operation settles in the smallest condition of the sum of energy required for making energy and Motor MG 1 required for making an engine 150 idle. In the example, the energy which friction, compression, etc. of energy required for making an engine 150 idle since the engine 150 uses the gasoline engine, i.e., the piston of an engine 150, take becomes larger than energy required for making Rota 132 of a motor MG 1 idle. Therefore, an engine 150 stops and a collinear of operation will be in the condition that a motor MG 1 idles, as shown in the collinear Fig. of drawing 17 . In addition, in the collinear Fig. of drawing 17 , the cancellation torque  $T_c$  outputted from a motor MG 1 was indicated.

[0090] According to the power output unit 110 of an example explained above, after it can judge exactly whether an engine 150 can be suspended on the conditions mentioned already and there are moreover directions of the shutdown of an engine 150, the rotational frequency  $N_e$  of an engine 150 can be quickly made into a value 0. Therefore, the rotational frequency of the field which produces the resonance phenomena of the torsional oscillation which made the engine 150 and the motor MG 1 the inertia mass can be passed quickly. Consequently, the damper 157 which controls the amplitude of torsional oscillation can be made into the thing of a simple configuration.

[0091] Moreover, according to the power output unit 110 of an example, since the cancellation torque  $T_c$  of the direction which the engine speed  $N_e$  of an engine 150 increases just before the engine speed  $N_e$  of an engine 150 becomes a value 0 is outputted from a motor MG 1, it can control undershooting [ of the engine speed  $N_e$  of an engine 150 ]. Consequently, generating of vibration which may be produced by undershooting, an allophone, etc. can be prevented.

[0092] Next, the 2nd example of this invention is explained. the point of performing processing shown in drawing 19 as decision whether the power output unit of the 2nd example being equipped with the same configuration as the 1st example, and an engine 150 being suspended -- things -- \*\* That is, in the 2nd example, when the request which continues operation of an engine 150 disappears from conditions, such as SOC of a dc-battery 194, a control device 180 checks, when that and Flag SXEG are values 1 first (step S200), and performs processing which reads the cooling water temperature  $T_w$  of an engine 150 from a coolant temperature sensor 174 next (step S210). Since it is the parameter which has the pre-heating condition of an engine 150, and strong correlation for the cooling water temperature  $T_w$  of an engine 150, the cooling water temperature  $T_w$  for getting to know the pre-heating condition of an engine 150 is read.

[0093] Then, the cooling water temperature  $T_w$  judges whether it is larger than the predetermined value  $T_0$  (this example 70 degrees C) (step S220), if the cooling water temperature  $T_w$  is larger than the predetermined value  $T_0$ , it will be judged as pre-heating completion and control will be performed at the time of an engine shutdown (step S290). Control is the same as control ( drawing 7 step S90) of the 1st example at the time of an engine shutdown, and since the detail was already explained using drawing 9 thru/or drawing 18 , the explanation is not repeated here. In addition, nothing is performed, but it escapes to "END", and this routine is once ended noting that pre-heating will not yet be completed, if the cooling water temperature  $T_w$  is less than [ predetermined value  $T_0$  ].

[0094] In the power output unit of the 2nd example which performs the above-mentioned processing, even if the request which continues operation of an engine 150 is lost, control (step S290) which suspends an engine 150 is not performed until the pre-heating is completed. It can follow, for example, pre-heating of a catalytic converter 155 can fully be performed, and exhaust air purification nature is not spoiled. Moreover, although the friction of a prime mover may be large and it may be difficult to control the rotation deceleration of the output shaft of an engine



150 in the predetermined range since the lubricity of an engine 150 is inadequate if it is before pre-heating completion. At this example, since an engine 150 is suspended after completing pre-heating, it is the same as that of the 1st example that an engine 150 can be suspended controlling rotation deceleration in the predetermined range, and the problem of torsion resonance can be avoided.

[0095] In the power output unit 110 of some examples explained above, although PM form (permanent magnet form—ermanent Magnet type) synchronous motor was used for the motor MG 1 and the motor MG 2, if the both sides of regeneration actuation and a powering movement are possible, VR form (adjustable reluctance form; Variable Reluctance type) synchronous motor, a vernier motor, a direct current motor, an induction motor, a superconducting motor, a step motor, etc. can also be used.

[0096] Moreover, in the power output unit 110 of an example, although the transistor inverter was used as 1st and 2nd drive circuits 191,192, an IGBT (insulated-gate bipolar mode transistor; Insulated Gate Bipolar mode Transistor) inverter, a thyristor inverter, an electrical-potential-difference PWM (pulse-width-modulation-ulseWidth Modulation) inverter, a square wave inverter (an electrical-potential-difference form inverter, current form inverter), a resonance inverter, etc. can also be used.

[0097] Furthermore, as a dc-battery 194, although Pb dc-battery, a NiMH dc-battery, Li dc-battery, etc. can be used, it can replace with a dc-battery 194 and a capacitor can also be used.

[0098] As mentioned above, although the gestalt of operation of this invention was explained, as for this invention, it is needless to say that it can carry out with the gestalt which is not limited to the gestalt of such operation at all, and becomes various within limits which do not deviate from the power output unit of an example from the summary of this inventions, such as means of transportation, modes carried in various industrial machines etc. in addition to this, such as a vessel and an aircraft.

---

[Translation done.]



\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing the outline configuration of the power output unit 110 as one example of this invention.

[Drawing 2] It is the partial enlarged drawing of the power output unit 110 of an example.

[Drawing 3] It is the block diagram which illustrates the configuration of the outline of the car incorporating the power output unit 110 of an example.

[Drawing 4] It is a graph for explaining the principle of operation of the power output unit 110 of an example.

[Drawing 5] It is the collinear Fig. showing the rotational frequency of three shafts and the relation of torque which were combined with the planetary gear 120 in an example.

[Drawing 6] It is the collinear Fig. showing the rotational frequency of three shafts and the relation of torque which were combined with the planetary gear 120 in an example.

[Drawing 7] It is the flow chart which shows the engine shutdown decision manipulation routine in an example.

[Drawing 8] It is an explanatory view explaining the \*\*\*\* limit in the system of an example.

[Drawing 9] It is the flow chart which illustrates the engine shutdown control routine performed by the control device 180 of an example.

[Drawing 10] It is the map which illustrates the relation between the time counter TC and target rotational frequency  $Ne^*$  of an engine 150.

[Drawing 11] It is the flow chart which illustrates the demand torque configuration routine performed by the control device 180 of an example.

[Drawing 12] It is the explanatory view which illustrates the relation between the engine speed  $Nr$  of the ring wheel shaft 126, and the accelerator pedal position AP and torque command value  $Tr^*$ .

[Drawing 13] It is the flow chart which illustrates the control routine of the motor MG 1 performed by the control CPU 190 of a control device 180.

[Drawing 14] It is the flow chart which illustrates the control routine of the motor MG 2 performed by the control CPU 190 of a control device 180.

[Drawing 15] It is a collinear Fig. when the engine shutdown control routine of drawing 7 begins and is performed.

[Drawing 16] It is a collinear Fig. when step S106 of an engine shutdown control routine thru/or processing of S116 are performed repeatedly several times.

[Drawing 17] It is a collinear Fig. when the rotational frequency  $Ne$  of an engine 150 becomes below the threshold  $Nref$ .

[Drawing 18] It is the explanatory view which illustrates the situation of change of the rotational frequency  $Ne$  of an engine 150, and the torque  $Tm1$  of a motor MG 1.

[Drawing 19] It is the flow chart which shows the engine shutdown decision manipulation routine in the 2nd example.

[Description of Notations]

110 -- Power output unit

111 -- Power transfer gear

112 -- Driving shaft  
114 -- Differential gear  
116,118 -- Driving wheel  
117,119 -- Driving wheel  
119 -- Case  
120 -- Planetary gear  
121 -- Sun gear  
122 -- Ring wheel  
123 -- Planetary pinion gear  
124 -- Planetary carrier  
125 -- Sun gear shaft  
126 -- Ring wheel shaft  
127 -- Carrier shaft  
128 -- Power fetch gear  
129 -- Chain belt  
132 -- Rota  
133 -- Stator  
134 -- Three phase coil  
135 -- Permanent magnet  
~~139 -- Resolver~~  
140 -- ABS equipment  
142 -- Rota  
143 -- Stator  
144 -- Three phase coil  
145 -- Permanent magnet  
149 -- Resolver  
150 -- Engine  
151 -- Fuel injection valve  
152 -- Combustion chamber  
153 -- Exhaust pipe  
154 -- Piston  
155 -- Catalytic converter  
156 -- Crankshaft  
157 -- Damper  
158 -- Ignitor  
159 -- Resolver  
160 -- Distributor  
162 -- Ignition plug  
164 -- Accelerator pedal  
164a -- Accelerator pedal position sensor  
165 -- Brake pedal  
165a -- Brake-pedal position sensor  
166 -- Throttle valve  
167 -- Throttle-valve position sensor  
168 -- Actuator  
170 -- EFIECU  
172 -- Inlet-pipe negative pressure sensor  
174 -- Coolant temperature sensor  
176 -- Rotational frequency sensor  
178 -- Angle-of-rotation sensor  
179 -- Starting switch  
180 -- Control unit  
182 -- Shift lever

184 -- Shift position sensor  
190 -- Control CPU  
190 a--RAM  
190 b--ROM  
191 -- 1st drive circuit  
192 -- 2nd drive circuit  
194 -- Dc-battery  
195,196 -- Current detector  
197,198 -- Current detector  
199 -- Remaining capacity detector  
310 -- Power output unit  
CS -- Crankshaft  
DNP -- Damper  
EG -- Engine  
MG1 -- Motor  
MG2 -- Motor  
Tr1-Tr6 -- Transistor  
Tr11-Tr16 -- Transistor

---

[Translation done.]



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃料の燃焼により動力を出力する原動機と、該原動機の出力軸と駆動軸との間に介装され、該駆動軸に出力されるトルクの制御を行なうトルク制御手段と、該トルク制御手段に対して動力の入出力が可能な電動機とを備えた動力出力装置であって、動力出力装置に対する要求に基づいて、前記原動機の運転状態を決定し、該原動機の運転を継続する必要がないと判断した場合には、該原動機の運転を停止する運転停止要求を出力する原動機運転状態決定手段と、動力出力装置またはこれに関連する機器から見て、前記原動機を停止可能な条件が成立しているかを判定する停止条件判定手段と、前記原動機運転状態決定手段により、運転中の原動機の運転停止要求が出力され、かつ前記停止条件判定手段により、該原動機を停止可能な条件とが成立していると判定された場合には、原動機への燃料供給を停止すると共に、前記出力軸にトルクを付加し、該出力軸の回転減速度を所定範囲に制御して前記原動機を停止する停止時制御を実行する停止時制御実行手段とを備えた動力出力装置。

【請求項 2】 前記停止条件判定手段は、前記原動機の暖気状態が完了していない場合には、前記原動機の停止可能な条件が成立していないと判定する手段である請求項 1 記載の動力出力装置。

【請求項 3】 前記停止条件判定手段は、前記駆動軸に結合された他の動力制御装置が動作中の場合には、前記原動機の停止可能条件が成立していないと判定する手段である請求項 1 記載の動力出力装置。

【請求項 4】 請求項 3 記載の動力出力装置であって、前記駆動軸には、車輪が結合されており、該駆動軸には、前記他の動力制御装置として、該車輪の過剰なスリップを防止するスリップ防止装置が結合され、前記停止条件判定手段は、該スリップ防止装置が動作中の場合には、前記原動機の停止可能条件が成立していないと判定する手段である動力出力装置。

【請求項 5】 前記停止条件判定手段は、原動機が停止する際に、前記駆動軸に生じる得る反力を低減可能な条件が満たされていると判定された場合に前記原動機の停止可能な条件が成立していると判定する手段である請求項 1 記載の動力出力装置。

【請求項 6】 請求項 5 記載の動力出力装置であって、前記駆動軸には、車輪が結合されており、該駆動軸には、該車輪を制動する制動装置が結合されており、前記停止条件判定手段は、前記制動装置が動作中である場合に、前記反力を低減可能な条件が満たされていると判定する手段である動力出力装置。

【請求項 7】 請求項 5 記載の動力出力装置であって、

前記駆動軸には、前記電動機とは異なる第 2 の電動機が結合されており、

前記停止条件判定手段は、該第 2 の電動機が前記反力を低減するトルクを前記駆動軸に出力可能な状態にある場合に、前記反力を低減可能な条件が満たされていると判定する手段である動力出力装置。

【請求項 8】 請求項 1 記載の動力出力装置であって、前記駆動軸には、前記電動機とは異なる第 2 の電動機が結合されており、

前記停止条件判定手段は、該第 2 の電動機により前記駆動軸を前記原動機の出力軸とは逆方向に回転する場合に前記原動機の停止可能な条件が成立していると判定する手段である動力出力装置。

【請求項 9】 請求項 1 記載の動力出力装置であって、前記トルク制御手段は、前記駆動軸と前記出力軸と前記電動機の回転軸とがそれぞれ結合される 3 軸を有し、該 3 軸のうちいずれか 2 軸へ動力が入出力されたとき、該入出力された動力に基づいて定まる動力を残余の 1 軸へ入出力する 3 軸式動力入出力手段を備える動力出力装置。

【請求項 10】 燃料の燃焼により動力を出力する原動機と、該原動機の出力軸と駆動軸との間に介装されて該駆動軸に出力されるトルクの制御を行なうトルク制御手段と、該トルク制御手段に対して動力の入出力が可能な電動機とを備えた動力出力装置において、前記原動機を停止する方法であって、

動力出力装置に対する要求に基づいて、前記原動機の運転状態を決定し、該原動機の運転を継続する必要の有無を判断し、

動力出力装置またはこれに関連する機器から見て、前記原動機を停止可能な条件が成立しているか否かを判定し、

前記運転中の原動機の運転を継続する必要がないと判断され、かつ該原動機を停止可能な条件が成立していると判定された場合には、原動機への燃料供給を停止すると共に、前記出力軸にトルクを付加し、該出力軸の回転減速度を所定範囲に制御して前記原動機を停止する停止時制御を実行する動力出力装置における原動機の停止方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、動力出力装置およびその動力出力装置における原動機の停止方法に関し、詳しくは、原動機の停止を制御する動力出力装置およびその方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、車輛や船舶などでは、燃料の燃焼により動力を出力する原動機を搭載し、この原動機からの動力をトルク変換して駆動軸に出力する動力出力装置が用いられている。こうした動力出力装置としては、流

体を利用したトルクコンバータと変速機とを組み合わせるものが実用化されている。この装置におけるトルクコンバータは、原動機の出力軸と変速機に結合された回転軸との間に配置され、封入された流体の流動を介して両軸間の動力の伝達を行なう。このようなトルクコンバータでは、流体の流動により動力を伝達するため、両軸間に滑りが生じ、この滑りに応じたエネルギー損失が発生する。このエネルギー損失は、正確には、両軸の回転数差とその時に動力の出力軸に伝達されるトルクとの積で表わされ、熱として消費される。

【0003】したがって、こうした動力出力装置を搭載する車両では、両軸間の滑りが大きくなると、例えば発進時や登り勾配を低速で走行するときなどのように大パワーが要求されるときには、トルクコンバータでのエネルギー損失が大きくなり、エネルギー効率が低いものとなるという問題があった。また、定常走行時であっても、トルクコンバータにおける動力の伝達効率は100パーセントにならないから、例えば、手動式のトランスミッションと較べて、その燃費は低くならざるを得ない。

【0004】そこで、こうした流体を用いたトルクコンバータに代わる動力出力装置が、既にいくつか提案されている。例えば、出願人は、原動機と3軸式動力入出力手段としてのプラネタリギヤと2つの電動機とバッテリーとを備え、原動機から出力される動力やバッテリーに蓄えられた電力をプラネタリギヤと2つの電動機によりエネルギー変換して所望の動力とし、これを駆動軸に出力するものを提案している（特開昭第50-30223号公報）。また、こうした原動機とプラネタリギヤと2つの電動機とバッテリー（二次電池）とを備える動力出力装置において、所望の動力を駆動軸に安定して出力するために、プラネタリギヤのサンギヤやリングギヤ、プラネタリキャリアの3軸の回転数が所望の回転数となるようこれらの回転数に基づいて2つの電動機を駆動制御するものも提案している（特願平8-274112号）。

【0005】これらの動力出力装置では、原動機の出力したエネルギーをバッテリーに蓄えておき、いつでも動力して出力することができるため、駆動軸に出力する動力と原動機の出力とを必ずしもバランスさせておく必要はない。むしろ、原動機は最も効率の良い定常的な運転状態で運転し、駆動軸に要求されている動力に対して余剰のエネルギーが存在すれば、これを電力の形態で蓄え、蓄電池が十分に充電されれば、原動機を停止して、電動機の動力のみで車両を走行させるよう構成することが、システム全体を高効率なものとする点からは望ましいものと考えられる。この場合、原動機は間欠運転されることになる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、実際にこうした原動機と駆動軸との間にトルク変換装置を結合した動力出力装置を製作してみると、原動機を間欠的に運転す

る場合、様々な問題が存在することが分かった。まず一つは、原動機の出力軸にかなり大きな質量を有するトルク変換装置が結合されているため、ねじり共振を起こすことがあるという問題が見いだされた。しかも、ねじり共振の発生条件は、原動機の暖気状態などによっても影響を受けることが見いだされた。更に、原動機には、触媒などの周辺機器が種々接続されており、これらの状態とは無関係に原動機を運転・停止すると、不具合が生じる場合があることが見いだされた。例えば、暖気の完了前に原動機を停止すると、いつまでたっても触媒が活性温度に達せず、排気浄化が不十分なまま車両を運転し続けることが考えられた。

【0007】更に次の問題も見いだされた。プラネタリギヤを用いた構成では、原動機から出力される動力の一部はプラネタリギヤを介して駆動軸に直接出力されるため、原動機への燃料をカットすると、原動機から出力される動力の急変に伴って原動機の出力軸の回転数も変化する。こうした出力軸の回転数の変化は、プラネタリギヤを介して2つの電動機の回転軸にも反映される。2つの電動機は、こうした回転数の変化を打ち消すようにフィードバック制御されるが、この電動機の制御に対して原動機から出力される動力の変化の方が早いため、駆動軸にトルクショックが生じてしまう。駆動軸に生じたトルクショックは、乗り心地の観点から望ましくない。

【0008】また、車両の駆動軸には、車輪の過剰なスリップを防止するアンチロックブレーキシステム（ABS）やトラクションコントロールなどの他の動力制御装置が結合されている場合も存在する。こうした制御は、基本的には車輪の駆動力の制御であり、駆動軸のトルク制御を行なっていることに等しいから、かかる制御の最中に原動機を停止して、駆動軸に伝達されるトルクが変動することは、他の動力制御装置の制御から見ると好ましいことではなく、制御が複雑化するという問題があった。

【0009】このほかにも、原動機を停止する制御に伴う種々の問題が見いだされており、本発明は、こうした様々な問題を解決し、動力出力装置における原動機の運転停止制御を適正に行なうことを目的とし、原動機の停止に伴って駆動軸に生じ得るトルクショックを低減することを目的の一つとする。

【0010】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】本発明の動力出力装置およびその原動機を停止する方法は、上述の目的の少なくとも一部を達成するために以下の手段を採った。即ち、本発明の動力出力装置は、燃料の燃焼により動力を出力する原動機と、該原動機の出力軸と駆動軸との間に介装され、該駆動軸に出力されるトルクの制御を行なうトルク制御手段と、該トルク制御手段に対して動力の入出力が可能な電動機とを備えた動力出力装置であって、動力出力装置に対する要求に基づい

て、前記原動機の運転状態を決定し、該原動機の運転を継続する必要がないと判断した場合には、該原動機の運転を停止する運転停止要求を出力する原動機運転状態決定手段と、動力出力装置またはこれに関連する機器から見て、該原動機を停止可能な条件が成立しているかを判定する停止条件判定手段と、前記原動機運転状態決定手段により、運転中の原動機の運転停止要求が出力され、かつ前記停止条件判定手段により、該原動機を停止可能な条件とが成立していると判定された場合には、原動機への燃料供給を停止すると共に、前記出力軸にトルクを付加し、該出力軸の回転減速度を所定範囲に制御して前記原動機を停止する停止時制御を実行する停止時制御実行手段とを備えたことを要旨とする。

【0011】この動力出力装置によれば、原動機の運転状態について運転を継続する必要がないと判断された場合、単純に原動機の運転を停止するのではなく、停止条件判定手段により、原動機の運転を停止可能な条件が成立しているか否かの判定を行ない、原動機の運転を停止可能な条件が成立している場合にのみ、原動機の停止時制御を実行している。原動機の停止時制御とは、単に原動機への燃料供給を停止するのみならず、原動機の出力軸の回転減速度（マイナスの加速度）を所定範囲に制御して原動機を停止する制御である。

【0012】この結果、原動機は、動力出力装置とこれに関連する機器に影響を与えることのない場合に、その出力軸にねじり共振を生じる運転状態の領域を素早く通り抜けて停止される。

【0013】こうした原動機の停止可能な条件としては、原動機の暖気状態を考えることができる。暖気が完了していない場合には、原動機の停止可能な条件が成立していないと判定するのである。動力出力装置に対する要求からは原動機の運転を継続する必要がなくなっても、原動機の暖気が完了していない場合には原動機の運転を継続するから、例えば触媒装置の暖気を十分に行なうことができ、排気浄化性を損なうことがない。また、暖気完了前であれば、原動機の潤滑性が不十分であることから、原動機のフリクションが大きく、原動機の出力軸の回転減速度を所定範囲に制御することが困難な場合があり得るが、かかる構成では、暖気を完了した後、原動機を停止するから、回転減速度を所定範囲に制御しつつ原動機を停止することができ、ねじり共振の問題を回避することができる。

【0014】また、上記構成において、停止条件判定手段を、駆動軸に結合された他の動力制御装置が動作中の場合には、原動機の停止可能条件が成立していないと判定する手段とすることも可能である。この場合には、他の動力制御装置が動作中には、原動機を停止しないので、駆動軸に出力される動力が変動することがなく、他の動力装置の動作に影響を与えないといったことがない。

【0015】例えば、こうした他の動力制御装置として

は、車輪の過剰なスリップを防止するスリップ防止装置を考えることができる。この場合、停止条件判定手段は、スリップ防止装置が動作中の場合には、前記原動機の停止可能条件が成立していないと判定する。したがって、スリップ防止装置が動作し、車輪のトルクを制御している間は、原動機を停止することがなく、原動機の停止に伴うトルク変動が駆動軸に生じて、スリップ防止装置の制御との間で競合を生じると言ったことがない。

【0016】他方、停止条件判定手段が原動機を停止できる条件が成立していると積極的に判断し得る場合も存在する。原動機の停止に伴い駆動軸に生じる反力を低減することが可能な条件が成立している場合には、原動機を停止し得ると判定すれば良い。例えば、駆動軸に、車輪と車輪を制動する制動装置とが結合されている構成において、制動装置が動作中である場合に、反力を低減可能な条件が満たされていると判定することができる。駆動軸に制動力が加わっているため、この制動力により反力の影響を低減することができる。

【0017】また、駆動軸に加わる反力を積極的に低減する構成も可能である。例えば、トルク制御手段に結合された上記の電動機とは異なる第2の電動機を駆動軸に結合し、原動機を停止した際に駆動軸に生じる反力をこの第2の電動機により低減する構成を取ることが可能である。この場合、停止条件判定手段は、第2の電動機が反力を低減するトルクを駆動軸に出力可能な状態にある場合に、反力を低減可能な条件が満たされていると判定すればよい。第2の電動機は、原動機の停止に伴う反力の低減を目的として設けてもよいが、駆動軸に対して動力を入出力する目的で設けたものを流用しても良い。こうした場合には、第2の電動機の本来的な役割から見て、反力の低減という動作を取り得ない場合も存在するから、第2の電動機の動作状態を判別して、原動機を停止し得る条件が成立しているかを判定するものとする 것도好適である。

【0018】また、駆動軸に、第2の電動機が結合されており、第2の電動機により駆動軸を原動機の出力軸とは逆方向に回転する場合（例えば、この動力出力装置が車輻に搭載されており、車輻を後退する場合）、原動機の停止可能な条件が成立していると判定することも可能である。

【0019】上記の各構成において、トルク制御手段を、駆動軸と出力軸と電動機の回転軸とがそれぞれ結合される3軸を有し、これら3軸のうちいずれか2軸へ動力が入出力されたとき、入出力された動力に基づいて定まる動力を残余の1軸へ入出力する3軸式動力入出力手段とすることができる。こうした3軸式動力入出力手段としては、プラネタリギヤ装置や傘歯車装置などが知られている。かかる構成によれば、原動機と電動機と駆動軸とを無理なく結合することができ、原動機のみを動力源として駆動軸を駆動する状態、原動機と電動機とを

動力源として駆動軸を駆動する状態、電動機から電力を回生する状態、原動機を制動装置として利用する状態、等、3軸式動力入出力手段の上記特性の下で、各軸に対する動力の入出力を自由に制御することができる。

【0020】本願発明の原動機を停止する方法は、燃料の燃焼により動力を出力する原動機と、該原動機の出力軸と駆動軸との間に介装されて該駆動軸に出力されるトルクの制御を行なうトルク制御手段と、該トルク制御手段に対して動力の入出力が可能な電動機とを備えた動力出力装置において、前記原動機を停止する方法であつて、動力出力装置に対する要求に基づいて、前記原動機の運転状態を決定し、該原動機の運転を継続する必要の有無を判断し、該原動機を停止可能な条件が成立しているか否かを判定し、前記運転中の原動機の運転を継続する必要がないと判断され、かつ該原動機を停止可能な条件が成立していると判定された場合には、原動機への燃料供給を停止すると共に、前記出力軸にトルクを付加し、該出力軸の回転減速度を所定範囲に制御して前記原動機を停止する停止時制御を実行することを要旨とする。

【0021】かかる動力出力装置における原動機の停止方法によれば、原動機の運転状態について運転を継続する必要がないと判断された場合、単純に原動機の運転を停止するのではなく、原動機の運転を停止可能な条件が成立しているか否かの判定を行ない、原動機の運転を停止可能な条件が成立している場合にのみ、原動機の停止時制御を実行している。

#### 【0022】

【発明の他の態様】本発明の他の形態として、トルク制御手段と電動機とを一体に構成し、該電動機として、前記原動機の出力軸に結合された第1のロータと、該第1のロータに対して相対的に回転可能であり、前記駆動軸に結合された第2のロータと、該第1および第2のロータの相対的な回転に応じた電力をやり取りする巻線とを備えたモータを用いた動力出力装置の態様を考慮することができる。かかる構成を採用した場合にも、原動機の出力軸には質量の大きなロータが結合されており、ねじり共振などの問題を生じることが同様なので、本願の構成を採用する利点は大きい。

#### 【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を実施例に基づいて説明する。図1は本発明の一実施例としての動力出力装置110の概略構成を示す構成図、図2は実施例の動力出力装置110の部分拡大図、図3は実施例の動力出力装置110を組み込んだ車両の概略構成を示す構成図である。説明の都合上、まず図3を用いて、車両全体の構成から説明する。

【0024】図3に示すように、この車両は、ガソリンを燃料として動力を出力するエンジン150を備える。このエンジン150は、吸気系からスロットルバルブ1

66を介して吸入した空気と燃料噴射弁151から噴射されたガソリンとの混合気を燃焼室152に吸入し、この混合気の爆発により押し下げられるピストン154の運動をクランクシャフト156の回転運動に変換する。ここで、スロットルバルブ166はアクチュエータ168により開閉駆動される。点火プラグ162には、イグナイタ158からの高電圧が、ディストリビュータ160を介して導かれており、この高電圧によって、点火プラグ162には、所定のタイミングで電気火花が形成される。燃焼室152に吸入された混合気は、この電気火花によって点火されて爆発燃焼する。爆発燃焼によりピストン154を押し下げクランクシャフト156を回転した燃焼後のガスは、排気弁から排気管153へと排出され、触媒コンバータ155を通過して浄化された後、大気に排出される。

【0025】このエンジン150の運転は、電子制御ユニット（以下、E F I E C Uと呼ぶ）170により制御されている。E F I E C U 170には、エンジン150の運転状態を示す種々のセンサが接続されている。例えば、スロットルバルブ166の開度（ポジション）を検出するスロットルバルブポジションセンサ167、エンジン150の負荷を検出する吸気管負圧センサ172、エンジン150の水温を検出する水温センサ174、ディストリビュータ160に設けられクランクシャフト156の回転数と回転角度を検出する回転数センサ176及び回転角度センサ178などである。なお、E F I E C U 170には、この他、例えばイグニッションキーの状態S Tを検出するスタートスイッチ179なども接続されているが、その他のセンサ、スイッチなどの図示は省略した。

【0026】エンジン150のクランクシャフト156は、クランクシャフト156に生じるねじり振動の振幅を抑制するダンパ157を介して後述するプラネタリギヤ120やモータMG1、モータMG2に結合されており、更に駆動軸112を回転軸とする動力伝達ギヤ111を介してディファレンシャルギヤ114に結合されている。したがって、動力出力装置110から出力された動力は、最終的に左右の駆動輪116、118に伝達される。モータMG1およびモータMG2は、制御装置180に電気的に接続されており、この制御装置180によって駆動制御される。制御装置180の構成は後で詳述するが、内部には制御CPUが備えられており、シフトレバー182に設けられたシフトポジションセンサ184やアクセルペダル164に設けられたアクセルペダルポジションセンサ164a、ブレーキペダル165に設けられたブレーキペダルポジションセンサ165aなども接続されている。また、制御装置180は、上述したE F I E C U 170と通信により、種々の情報をやり取りしている。これらの情報のやり取りを含む制御については、後述する。



【0027】駆動輪116, 118には、その制動力を行なうホイールシリンダ116a, 118aが設けられおり、このホイールシリンダ116a, 118aに、ブレーキペダル165に連動したマスタホイールシリンダ（図示せず）から供給される油圧の大きさを、車輪がロックした場合に低減するABS（アンチロックブレーキ）装置140が設けられている。このABS装置140は、車輪がロックしてスリップ率が過剰になったとき、これを判断してホイールシリンダ116a, 118aのブレーキ油圧を低減し、車輪がロックするのを回避して、車輛の操縦性を確保するものである。このABS装置140からは、制御装置180に対してABS制御の実行中であるか否かを示す信号が出力されている。

【0028】図1に示すように、実施例の動力出力装置110は、大きくは、エンジン150、エンジン150のクランクシャフト156とキャリア軸127とを接続しクランクシャフト156のねじり振動の振幅を抑制するダンパ157、キャリア軸127にプラネタリキャリア124が結合されたプラネタリギヤ120、プラネタリギヤ120のサンギヤ121に結合されたモータMG1、プラネタリギヤ120のリングギヤ122に結合されたモータMG2およびモータMG1, MG2を駆動制御する制御装置180から構成されている。

【0029】プラネタリギヤ120およびモータMG1, MG2の構成について、図2により説明する。プラネタリギヤ120は、キャリア軸127に軸中心を貫通された中空のサンギヤ軸125に結合されたサンギヤ121と、キャリア軸127と同軸のリングギヤ軸126に結合されたリングギヤ122と、サンギヤ121とリングギヤ122との間に配置されサンギヤ121の外周を自転しながら公転する複数のプラネタリピニオンギヤ123と、クランクシャフト156の端部に結合され各プラネタリピニオンギヤ123の回転軸を軸支するプラネタリキャリア124とから構成されている。このプラネタリギヤ120では、サンギヤ121、リングギヤ122およびプラネタリキャリア124にそれぞれ結合されたサンギヤ軸125、リングギヤ軸126およびキャリア軸127の3軸が動力の入出力軸とされ、3軸のうちいずれか2軸へ入出力される動力が決定されると、残余の1軸に入出力される動力は決定された2軸へ入出力される動力に基づいて定まる。このプラネタリギヤ120の3軸への動力の入出力についての詳細は後述する。なお、サンギヤ軸125、リングギヤ軸126およびキャリア軸127には、それぞれその回転角度 $\theta_s$ ,  $\theta_r$ ,  $\theta_c$ を検出するレゾルバ139, 149, 159が設けられている。

【0030】リングギヤ122には、動力の取り出し用の動力取出ギヤ128が結合されている。この動力取出ギヤ128は、チェーンベルト129により動力伝達ギヤ111に接続されており、動力取出ギヤ128と動力

伝達ギヤ111との間で動力の伝達がなされる。

【0031】モータMG1は、同期電動発電機として構成され、外周面に複数個の永久磁石135を有するロータ132と、回転磁界を形成する三相コイル134が巻回されたステータ133とを備える。ロータ132は、プラネタリギヤ120のサンギヤ121に結合されたサンギヤ軸125に結合されている。ステータ133は、無方向性電磁鋼板の薄板を積層して形成されており、ケース119に固定されている。このモータMG1は、永久磁石135による磁界と三相コイル134によって形成される磁界との相互作用によりロータ132を回転駆動する電動機として動作し、永久磁石135による磁界とロータ132の回転との相互作用により三相コイル134の両端に起電力を生じさせる発電機として動作する。

【0032】モータMG2も、モータMG1と同様に同期電動発電機として構成され、外周面に複数個の永久磁石145を有するロータ142と、回転磁界を形成する三相コイル144が巻回されたステータ143とを備える。ロータ142は、プラネタリギヤ120のリングギヤ122に結合されたリングギヤ軸126に結合されており、ステータ143はケース119に固定されている。モータMG2のステータ143も無方向性電磁鋼板の薄板を積層して形成されている。このモータMG2もモータMG1と同様に、電動機あるいは発電機として動作する。

【0033】次に、モータMG1, MG2を駆動制御する制御装置180について説明する。図1に示すように、制御装置180は、モータMG1を駆動する第1の駆動回路191、モータMG2を駆動する第2の駆動回路192、両駆動回路191, 192を制御する制御CPU190、二次電池であるバッテリー194から構成されている。制御CPU190は、1チップマイクロプロセッサであり、内部に、ワーク用のRAM190a、処理プログラムを記憶したROM190b、入出力ポート（図示せず）およびEFIECU170と通信を行なうシリアル通信ポート（図示せず）を備える。この制御CPU190には、レゾルバ139からのサンギヤ軸125の回転角度 $\theta_s$ 、レゾルバ149からのリングギヤ軸126の回転角度 $\theta_r$ 、レゾルバ159からのキャリア軸127の回転角度 $\theta_c$ 、アクセルペダルポジションセンサ164aからのアクセルペダルポジション（アクセルペダルの踏込量）AP、ブレーキペダルポジションセンサ165aからのブレーキペダルポジション（ブレーキペダルの踏込量）BP、シフトポジションセンサ184からのシフトポジションSP、第1の駆動回路191に設けられた2つの電流検出器195, 196からの電流値 $I_{u1}$ ,  $I_{v2}$ 、第2の駆動回路192に設けられた2つの電流検出器197, 198からの電流値 $I_{u2}$ ,  $I_{v2}$ 、バッテリー194の残容量を検出する残容量

検出器 199 からの残容量 B<sub>RM</sub>などが、入力ポートを介して入力されている。

【0034】シフトポジションセンサ 184 は、現在のシフトレバー 182 のポジション（レンジ）SP を検出するものであるが、本実施例の車輛では、パーキングレンジ（P）、ニュートラルレンジ（N）、後退レンジ（R）、ドライビングレンジ（D）、ブレーキレンジ（B）が設けられている。このうち、P、N、R、D レンジは、通常の車輛と特に変わるところはないが、B レンジは、本実施例の車輛に独自のレンジである。B レンジは、D レンジと比べて、車輛減速時の回生ブレーキの利きを強くしたレンジであり、車輛が下り坂を降りて行くような場合に、モータ MG1、MG2 による回生を積極的に行なって、その回生ブレーキにより、通常の車輛におけるエンジンブレーキのような特性を得るレンジである。この B レンジは、車輛加速側については D レンジと同じで特性が得られる。

【0035】残容量検出器 199 は、バッテリー 194 の電解液の比重またはバッテリー 194 の全体の重量を測定して残容量を検出するものや、充電・放電の電流値と時間を演算して残容量を検出するものや、バッテリーの端子間を瞬間的にショートさせて電流を流し内部抵抗を測ることにより残容量を検出するものなどが知られている。

【0036】制御 CPU 190 からは、第 1 の駆動回路 191 に設けられたスイッチング素子である 6 個のトランジスタ Tr1 ないし Tr6 を駆動する制御信号 SW1 と、第 2 の駆動回路 192 に設けられたスイッチング素子としての 6 個のトランジスタ Tr1 ないし Tr6 を駆動する制御信号 SW2 とが出力されている。第 1 の駆動回路 191 内の 6 個のトランジスタ Tr1 ないし Tr6 は、トランジスタインバータを構成しており、それぞれ、一対の電源ライン L1、L2 に対してソース側とシンク側となるよう 2 個ずつペアで配置され、その接続点に、モータ MG1 の三相コイル（UVW）34 の各々が接続されている。電源ライン L1、L2 は、バッテリー 194 のプラス側とマイナス側に、それぞれ接続されているから、制御 CPU 190 により対をなすトランジスタ Tr1 ないし Tr6 のオン時間の割合を制御信号 SW1 により順次制御し、三相コイル 134 の各コイルに流れる電流を、PWM 制御によって擬似的な正弦波にすると、三相コイル 134 により、回転磁界が形成される。

【0037】他方、第 2 の駆動回路 192 の 6 個のトランジスタ Tr1 ないし Tr6 も、トランジスタインバータを構成しており、それぞれ、第 1 の駆動回路 191 と同様に配置されていて、対をなすトランジスタの接続点は、モータ MG2 の三相コイル 144 の各々に接続されている。したがって、制御 CPU 190 により対をなすトランジスタ Tr1 ないし Tr6 のオン時間を制御信号 SW2 により順次制御し、各コイル 144 に流れる電流を、PWM 制御によって擬似的な正弦波にする

と、三相コイル 144 により、回転磁界が形成される。

【0038】以上構成を説明した実施例の動力出力装置 110 の動作について説明する。実施例の動力出力装置 110 の動作原理、特にトルク変換の原理は以下の通りである。エンジン 150 を回転数 N<sub>e</sub>、トルク T<sub>e</sub> の運転ポイント P1 で運転し、このエンジン 150 から出力されるエネルギー P<sub>e</sub> と同一のエネルギーであるが異なる回転数 N<sub>r</sub>、トルク T<sub>r</sub> の運転ポイント P2 でリングギヤ軸 126 を運転する場合、すなわち、エンジン 150 から出力される動力をトルク変換してリングギヤ軸 126 に作用させる場合について考える。この時のエンジン 150 とリングギヤ軸 126 の回転数およびトルクを図 4 に示す。

【0039】プラネタリギヤ 120 の 3 軸（サンギヤ軸 125、リングギヤ軸 126 およびキャリア軸 127）における回転数やトルクの関係は、機構学の教えるところによれば、図 5 および図 6 に例示する共線図と呼ばれる図として表わすことができ、幾何学的に解くことができる。なお、プラネタリギヤ 120 における 3 軸の回転数やトルクの関係は、上述の共線図を用いなくても各軸のエネルギーを計算することなどにより数式的に解析することもできる。本実施例では説明の容易のため共線図を用いて説明する。

【0040】図 5 における縦軸は 3 軸の回転数軸であり、横軸は 3 軸の座標軸の位置の比を表わす。すなわち、サンギヤ軸 125 とリングギヤ軸 126 の座標軸 S、R を両端にとったとき、キャリア軸 127 の座標軸 C は、軸 S と軸 R を 1 : ρ に内分する軸として定められる。ここで、ρ は、リングギヤ 122 の歯数に対するサンギヤ 121 の歯数の比であり、次式（1）で表わされる。

【0041】

【数 1】

$$\rho = \frac{\text{サンギヤの歯数}}{\text{リングギヤの歯数}} \quad \dots (1)$$

【0042】いま、エンジン 150 が回転数 N<sub>e</sub> で運転されており、リングギヤ軸 126 が回転数 N<sub>r</sub> で運転されている場合を考えているから、エンジン 150 のクラクシャフト 156 が結合されているキャリア軸 127 の座標軸 C にエンジン 150 の回転数 N<sub>e</sub> を、リングギヤ軸 126 の座標軸 R に回転数 N<sub>r</sub> をプロットすることができる。この両点を通る直線を描けば、この直線と座標軸 S との交点で表わされる回転数としてサンギヤ軸 125 の回転数 N<sub>s</sub> を求めることができる。以下、この直線を動作共線と呼ぶ。なお、回転数 N<sub>s</sub> は、回転数 N<sub>e</sub> と回転数 N<sub>r</sub> とを用いて比例計算式（次式（2））により求めることができる。このようにプラネタリギヤ 120 では、サンギヤ 121、リングギヤ 122 およびプラネタリキャリア 124 のうちいずれか 2 つの回転を決定



タMG2で丁度賄うことができる。

【0049】以上、実施例の動力出力装置110における基本的なトルク変換について説明したが、実施例の動力出力装置110は、こうしたエンジン150から出力される動力のすべてをトルク変換してリングギヤ軸126に出力する動作の他に、エンジン150から出力される動力（トルク $T_e$ と回転数 $N_e$ との積）と、モータMG1により回生または消費される電気エネルギー $P_{m1}$ と、モータMG2により消費または回生される電気エネルギー $P_{m2}$ とを調節することにより、余剰の電気エネルギーを見い出してバッテリー194を放電する動作として、不足する電気エネルギーをバッテリー194に蓄えられた電力により補う動作など種々の動作とすることもできる。

【0050】なお、以上の動作原理では、プラネタリギヤ120やモータMG1、モータMG2、トランジスタ $Tr1$ ないし $Tr16$ などによる動力の変換効率を値1（100%）として説明した。実際には、値1未満であるから、エンジン150から出力されるエネルギー $P_e$ をリングギヤ軸126に出力するエネルギー $P_r$ より若干大きな値とするか、逆にリングギヤ軸126に出力するエネルギー $P_r$ をエンジン150から出力されるエネルギー $P_e$ より若干小さな値とする必要がある。例えば、エンジン150から出力されるエネルギー $P_e$ を、リングギヤ軸126に出力されるエネルギー $P_r$ に変換効率の逆数を乗じて算出される値とすればよい。また、モータMG2のトルク $T_{m2}$ を、図5の共線図の状態ではモータMG1により回生される電力に両モータの効率を乗じたものから算出される値とし、図6の共線図の状態ではモータMG1により消費される電力を両モータの効率で割ったものから算出すればよい。なお、プラネタリギヤ120では機械摩擦などにより熱としてエネルギーを損失するが、その損失量は全体量からみれば極めて少なく、モータMG1、MG2に用いた同期電動機の効率は値1に極めて近い。また、トランジスタ $Tr1$ ないし $Tr16$ のオン抵抗もGTOなど極めて小さいものが知られている。したがって、動力の変換効率は値1に近いものとなるから、以下の説明でも、説明の容易のため、明示しない限り値1（100%）として取り扱う。

【0051】次に、こうしたトルク制御により走行状態にある車両において、走行状態のまま、エンジン150の運転を停止する際の判断ルーチンを図7に基づき説明する。本ルーチンが開始されると、最初にエンジン停止可能フラグSXEGの値をチェックする処理が行なわれる（ステップS10）。このフラグSXEGは、エンジン150に対する要求から見てエンジン150を停止しても良いか否かを示すフラグである。このフラグは、制御装置180により、図示しない他のルーチンにおいて設定される。車両の走行上必要となるエネルギー $P_d$ とバッテリー194の充放電のために要求されるエネルギー $P_b$

との総和 $P_e$ が、予め定めた判定値より小さくなれば、エンジン150を運転してエネルギーをその出力軸に出力する必要は当面ないとして、制御装置180は、エンジン停止可能フラグSXEGに値1を設定する。他方、走行上必要なエネルギー $P_d$ とバッテリー194の充放電に必要なエネルギー $P_b$ との総和が、所定値以上となれば、エンジン150を起動し、運転を継続すべく、このフラグSXEGは、値0に設定されるのである。

【0052】フラグSXEGが値1でなければ、エンジン150を停止する必要はないから、処理は、「END」に抜けて、本ルーチンを一旦終了する。このフラグSXEGが値1であれば、エネルギー収支上の条件からは、エンジン150を停止できると判断し、ステップS20以下の停止条件の判断を実行する。ステップS20以下では、エネルギー収支上からは、エンジン150を停止できるとしても、車輛全体ではエンジン150を停止できない場合もあることから、動力出力装置110およびこれに関連する機器から見て、エンジン150を停止可能な条件が成立しているかを判定する。これら一連の処理が、停止条件判定手段に相当する。

【0053】フラグSXEGが値1の場合には、次に現在のシフトレンジについて判定する処理を行なう（ステップS20）。車輛のシフトレンジは、シフトレバー182に設けられたシフトポジションセンサ184からの信号により判断することができる。シフトポジションSがパーキング（P）レンジであることを示していれば、次に、レゾルバ149から信号を読み込んで、車輛が移動しているか否かを判断する処理を行なう（ステップS25）。Pレンジでは、基本的に車輛は走行してはならないから、Pレンジでかつ駆動軸112が回転している場合には、Pレンジロックの不良など、何らかの不具合が発生していることが考えられる。こうした場合には、車輛に前進方向の力を発生するエンジン150は直ちに停止することが望まれる。そこで、この場合には、エンジン停止時処理（後述するステップS90）を実行し、エンジン150を停止する。もとより、この場合は、何らかの不具合の発生の可能性があるので、ステップS90のエンジン停止時処理を行なうことなく、直ちにエンジン150を停止するものとしても差し支えない。なお、こうした場合には、エンジン150を停止した後、異常表示などを行なうことも好適である。

【0054】シフトレバー182のシフトレンジが後退（R）レンジである場合には、次にバッテリー194の充電量を示すSOCが所定値S1（本実施例では、約45 [%]）を越えているか否かの判断を行なう（ステップS30）。更に、スロットルバルブ166の開度TAをスロットルバルブポジションセンサ167から読み込み、これが50 [%]を越えているか否かの判断を行なう（ステップS35）。SOCが所定値S1を越えておりかつスロットルバルブ開度TAが50 [%]を越えて

いる場合には、エンジン 150 を停止すると判断し、ステップ S 90 に移行して、エンジン停止時制御を実行する。これらの判断のうち、いずれか一つでも成立していなければ、エンジン 150 は停止しないと判断し、「END」に抜けて本ルーチンを一旦終了する。かかる判断により、エンジン 150 は、バッテリー 194 がある程度充電されており、かつ坂道の後退のように大きな駆動力が要求された場合に停止されることになる。大きな駆動力が要求された場合に、エンジン 150 が運転されていると、本実施例の動力出力装置 110 では、エンジン 150 から前進側のトルクが生じているため、必要な後退トルクを駆動軸 112 に出力することができなくなる可能性がある。したがって、こうした場合には、エンジン 150 を速やかに停止する。他方、SOC が小さい場合には、充電を優先し、エンジン 150 を停止しない。

【0055】次に、シフトポジションがドライブレンジ(D)レンジまたはブレーキ(B)レンジにあると判断された場合には、車輛が停車しているか否かの判断(ステップ S 40) および停車している場合には停車してから 4 秒が経過しているか否かの判断(ステップ S 45)を行なう。D、Bレンジで、フラグ SXEG が値 1 であり、しかも車輛が停止していれば、本来はエンジン 150 を停止して良い。しかし、例えば渋滞走行のように、発進-停車を繰り返しているような場合、発進時にはエンジン 150 を起動する可能性が高いから、車輛が停車したからと言って直ちにエンジン 150 を停止すると、発進-停車の度にエンジン 150 をオン・オフすることになり、運転者からすると、エンジン 150 のオン・オフが頻繁過ぎると感じられることがある。本実施例では、車輛停止から 4 秒が経過した場合に初めてエンジン 150 を停止可能と判断することにより、こうしたエンジンのオン・オフの頻発感を免れている。停車から 4 秒が経過していれば、エンジン 150 を停止すると判断し、ステップ S 90 に移行する。

【0056】他方、車輛が停止していない場合には、次に ABS 装置 140 が非動作状態であるか否かの判断を行なう(ステップ S 50)。ABS 装置 140 は、ブレーキペダル 165 を踏み込んで車輛を制動した場合、過剰な制動油圧により駆動輪 116、118 がロック状態となることがないように、ブレーキ油圧の制御を行なうものであり、その動作中には、動作中であることを示す信号を制御装置 180 に出力している。したがって、制御装置 180 は、この信号を読み取ることにより、ABS 装置が動作中であるか否かを判断することができる。ABS 装置 140 が動作中であれば、駆動軸 112 に加わる制動力が制御されており、エンジン 150 を停止して駆動軸 112 に出力されるトルクの大きさを変動させることは好ましくないと判断し、エンジン 150 を停止しない。この場合には、「END」に抜けて本ルーチンを一旦終了する。

【0057】他方、ABS 装置 140 が非動作中と判断されれば、次に反力のキャンセルが可能な状況であるか否かの判断を行なう(ステップ S 55)。反力のキャンセルとは、エンジン 150 を停止した際に駆動軸 112 に生じるトルクの変動(急減)をモータ MG 2 が出力するトルクによりキャンセルすることを言う。エンジン 150 を停止した場合に、駆動軸 112 生じるトルク変動をキャンセルできないと、エンジン 150 の停止時に、運転者がトルクショックを体感することがあるからである。したがって、エンジン 150 の停止は、トルク変動をキャンセル可能な状態であることが必要条件となる。モータ MG 2 が電力を回生しており、回生ブレーキとして機能している場合には、モータ MG 2 のトルク指令値に、電圧および回生電流等からの要求により所定の制限が存在する場合がある。こうした場合には、モータ MG 2 のトルク指令値を変更して反力をキャンセルすることができない。したがって、モータ MG 2 の下限ガード値に、反力をキャンセルするための余裕を見込んだ所定値 TSTP を求めておき、モータ MG 2 のトルク指令値が、この所定値 TSTP 以上となっていれば、反力をキャンセルできると判断することができる。ここで、所定値 TSTP は、

$$TSTP = TLG - 1.2 \times \rho \times TSD$$

TLG: パワー制限から求まるモータ MG 2 の下限ガード値

$\rho$ : プラネタリギヤ 120 のギヤ比

TSD: 反力キャンセルのための引き下げトルク

(本実施例では -14 Nm)

として求めた。なお、係数 1.2 は、制御上の安全を見込むための係数である。

【0058】反力キャンセルが可能と判断した場合には、次に車速をチェックする処理を行なう(ステップ S 60)。車速が 15 Km/h から 45 Km/h の間に入っていれば、エンジン 150 を停止しても、上述した反力キャンセルの制御などによりトルク変動はさほど気にならないと見なし、先にエンジン 150 を停止してから 3 秒以上たっている場合には(ステップ S 70)、エンジン 150 の停止時制御(ステップ S 90)に移行する。ここで、3 秒経過を条件としているのは、エンジン 150 の停止制御があまりに頻繁に行なわれることがないようにするためである。他方、車速が 15 Km/h 以下であれば、ブレーキがオン状態となっているか否かの判断を行なう(ステップ S 65)。車速が低い場合には、エンジン 150 の停止による駆動軸 112 のトルク変動は、反力のキャンセル制御によっても体感される場合があり得るが、駆動軸 112 に対してブレーキによる制動力が作用している場合には、ブレーキが反力キャンセルの役目を果たすから、エンジン 150 を停止できると判断し、エンジン停止時制御を実行する(ステップ S 90)。

【0059】なお、ステップS40およびS50の判断が「NO」の場合、およびステップS60で車速が45 Km/h以上であると判断された場合には、いずれもエンジン150を停止する条件は整っていないと判断し、「END」に抜けて本ルーチンを一旦終了する。また、図7には示さなかったが、本実施例では、シフトポジションSPがNレンジ以外である場合には、差速制限を守ることができない場合にも、エンジン150を停止している。差速制限とは、エンジン150と二つのモータMG1、MG2が結合されているプラネタリギヤ120の各軸の回転数の制限から生じる制限である。プラネタリギヤ120の動作は共線図を用いて示すことができることは既に説明したが（図5、図6参照）、プラネタリギヤ120の一つの軸の回転数は、他の2軸の回転数が決まると自動的に決まってしまう。サンギヤ121やリングギヤ122にはそれぞれ上限回転数が存在するから、車速から駆動軸112、延いてはリングギヤ122の回転数が決まっていると、モータMG1、延いてはサンギヤ121の回転数が上限回転数を越えない範囲でしか、エンジン150は回転させることができない。したがって、この差速制限から、例えばエンジン150の回転数が、その自立回転数（実施例では約800rpm）以下となる場合には、エンジン150を停止するのである。Nレンジでは、モータMG1は、シャットダウンしているので、こうした条件は存在しない。図8に、差速制限の領域を示した。

【0060】以上説明した実施例によれば、次の条件でエンジン150の停止時制御が実行される。なお、前提として、バッテリー194の充電状態などから、エンジン150を停止する一般的な条件は整っているものとする（SXEG=1）。

（1）シフトポジションSPがPレンジの場合には、車輛が動いたとき、エンジン150の停止時制御を実行し、エンジン150を停止する。Pレンジでは本来車輛は走行しないから、車輛が動いた場合には、何らかの不具合が存在するとして、車輛を前進させる動力の源であるエンジン150を停止するのである。

【0061】（2）Rレンジの場合には、SOCが所定値以下であり、かつスロットル開度TAが50 [%] 以上の場合に、エンジン150を停止する制御を実行する。車輛が後退しておりかつ後退による登坂のように強いトルクが要求された場合には、エンジン150を停止する。後退時には、エンジン150は車輛の走行方向とは逆向きのトルクを発生しており、後退での登坂のように、駆動軸112に所定値以上のトルクが要求された場合には、エンジン150が運転されていると、必要なトルクを駆動軸112に取り出すことができない場合が考えられるからである。エンジン150を停止することにより、バッテリー194からの電力により駆動されるモータMG2の動力をそのまま用いて車輛を後退させるこ

とができる。なお、SOCの値を監視しているので、バッテリー194の充電量が低ければ、車輛を後退させることよりもバッテリー194の過放電の回避を優先するためエンジン150の停止は行なわない。

【0062】（3）DまたはBレンジの場合には、車輛が停車中の場合には、停車してから4秒以上が経過した場合には、エンジン150の停止時制御を実行する。車輛が停止している場合には、エンジン150を止めても差し支えないからである。

（4）DまたはBレンジの場合、

i) ABS装置140が動作しておらず、

ii) モータMG2による反力キャンセルが可能であり、かつ

iii) 車速が15 Km/hから45 Km/hの範囲にある

場合には、エンジン150を停止する制御を行なう。これらの条件i) ~ iii) が全て成立している場合には、ABS装置140によりスリップ率の制御に影響を与えたり、エンジン150の停止のトルクショックを運転者が感じたりすることがないからである。

【0063】なお、上記の条件のうち、車速については、15 Km/h以下の場合、ブレーキがオンになっていれば、エンジン150を停止する。この場合には、ブレーキによる制動力によりエンジン150停止時のトルクショックが解消できるからである。

【0064】以上の処理により、エンジン150を停止可能か否かの判断が行なわれるが、停止可能と判断された場合に実行されるエンジン停止時処理（ステップS90）について、図9以下に例示するエンジン停止制御ルーチンを用いて説明する。なお、エンジン停止制御ルーチンについては、駆動軸の回転数の減速度を所定の範囲に制御しながら原動機を停止状態まで運転するものであれば、いかなる制御であっても差し支えない。駆動軸の回転数の減速度を所定の範囲にするのは、ねじり共振領域を素早く通り抜けるためである。

【0065】図9に示したエンジン停止制御ルーチンが実行されると、制御装置180の制御CPU190は、まず、通信によりE F I E C U 170にエンジンの運転停止の信号を出力する（ステップS100）。エンジン150の運転停止信号を受信したE F I E C U 170は、燃料噴射弁151からの燃料噴射を停止すると共に点火プラグ162への電圧の印加を停止し、さらにスロットルバルブ166を全閉にする。こうした処理によりエンジン150の自立的な運転は停止される。運転が停止されても、慣性によりエンジン150のクランクシャフト156は直ちには停止せず、そのまま放置すれば、エンジン150の回転数は、クランクシャフト156に結合された負荷の大きさ、ピストン154の摩擦係数などにより定まる所定の減速度で徐々に小さくなり、やがて回転数は0となる。ここでは、エンジン150の回転



数が自然に低下するのではなく、所定の減速度で低下するように、以下に説明する処理を行なっている。

【0066】制御CPU190は、まずエンジン150の回転数Neを入力する（ステップS102）。エンジン150の回転数Neは、クランクシャフト156とダンパ157を介して結合されたキャリア軸127に設けられたレゾルバ159により検出されるキャリア軸127の回転角度θcから求めることができる。なお、エンジン150の回転数Neは、ディストリビュータ160に設けられた回転数センサ176によっても直接検出することもできる。この場合、制御CPU190は、回転数センサ176に接続されたEFI ECU170から通信により回転数Neの情報を受け取ることになる。

【0067】エンジン150の回転数Neを入力すると、入力した回転数Neに基づいてタイムカウンタTCの初期値を設定する（ステップS104）。ここで、タイムカウンタTCは、後述するステップS108でエンジン150の目標回転数Ne\*を設定するときに用いられる引数であり、ステップS106に示すように、繰り返しステップS106ないしS126の処理が実行される際にインクリメントされるものである。このタイムカウンタTCの初期値の設定は、タイムカウンタTCを引数としてエンジン150の目標回転数Ne\*を設定する際のマップ、例えば、図10に示すマップを用いて行な

$$Tm1* \leftarrow K1 (Ne* - Ne) + K2 \int (Ne* - Ne) dt$$

… (4)

【0070】続いて、リングギヤ軸126に出力すべきトルクの指令値Tr\*とモータMG1のトルク指令値Tm1\*とを用い、次式(5)に基づいて、モータMG2のトルク指令値Tm2\*を設定する（ステップS120）。式(5)中の右辺第2項は、エンジン150の運転を停止した状態でモータMG1からトルク指令値Tm1\*のトルクを出力した際にプラネタリギヤ120を介してリングギヤ軸126に作用するトルクであり、K3は比例定数である。K3は、共線図における動作共線の釣り合いの状態であれば値1であるが、エンジン150の運転停止の際の過渡時には値1より小さな値となる。過渡時には、モータMG1から出力されるトルクのうちの一部分が、エンジン150とモータMG1とからなる慣性系の運動の変化に用いられるためである。このトルクを正確に求めるには、上述の慣性系のモータMG1からみた慣性モーメントにサンギヤ軸125の角加速度を乗じて慣性系の運動の変化に用いられるトルク（慣性トルク）を求め、これをトルク指令値Tm1\*から減じたものをギヤ比ρで割ればよい。実施例では、本ルーチンにより設定されるトルク指令値Tm1\*が比較的小さな値であることから、比例定数K3を用いて計算を簡略化した。なお、リングギヤ軸126に出力すべきトルクの指令値Tr\*は、運転者によるアクセルペダル164の踏

われる。図10に示すように、タイムカウンタTCの設定は、縦軸（目標回転数Ne\*の軸）上に回転数Neを取り、これに対応するタイムカウンタTCの値を求めることにより行なわれる。

【0068】タイムカウンタTCを設定すると、設定したタイムカウンタTCをインクリメントし（ステップS106）、このインクリメントしたタイムカウンタTCと図8に示すマップとを用いてエンジン150の目標回転数Ne\*を設定する（ステップS108）。目標回転数Ne\*の設定では、横軸（タイムカウンタTCの軸）上にタイムカウンタTCを取り、これに対応する目標回転数Ne\*を求めることにより行なわれる。なお、図10には、タイムカウンタTCの初期値に値1を加えた「TC+1」として目標回転数Ne\*を求める様子を表示した。続いて、エンジン150の回転数Neを入力し（ステップS110）、入力した回転数Neと設定した目標回転数Ne\*とを用いて次式(4)によりモータMG1のトルク指令値Tm1\*を設定する（ステップS112）。ここで、式(5)中の右辺第1項は回転数Neの目標回転数Ne\*からの偏差を打ち消す比例項であり、右辺第2項は定常偏差をなくす積分項である。なお、K1およびK2は比例定数である。

【0069】

【数4】

込量に基づいて図11に例示する要求トルク設定ルーチンに基づいて設定される。以下、このトルク指令値Tr\*を設定する処理について簡単に説明する。

【0071】

【数5】

$$Tm2* \leftarrow Tr* - K3 \times \frac{Tm1*}{\rho} \quad \dots (5)$$

【0072】図11の要求トルク設定ルーチンは、所定時間毎（例えば、8msec）に繰り返し実行される。本ルーチンが実行されると、制御装置180の制御CPU190は、まず、リングギヤ軸126の回転数Nrを読み込む処理を行なう（ステップS130）。リングギヤ軸126の回転数Nrは、レゾルバ149により検出されるリングギヤ軸126の回転角度θrから求めることができる。続いて、アクセルペダルポジションセンサ164aによって検出されるアクセルペダルポジションAPを入力する処理を行なう（ステップS132）。アクセルペダル164は運転者が出力トルクが足りないと感じたときに踏み込まれるものであるから、アクセルペダルポジションAPは、リングギヤ軸126延いては駆動輪116、118に出力すべきトルクに対応するものとなる。アクセルペダルポジションAPを読み込むと、

読み込んだアクセルペダルポジションAPとリングギヤ軸126の回転数Nrとに基づいてリングギヤ軸126に出力すべきトルクの目標値であるトルク指令値Tr\*を算出する処理を行なう(ステップS134)。ここで、駆動輪116, 118に出力すべきトルクを算出せずに、リングギヤ軸126に出力すべきトルクを算出するのは、リングギヤ軸126は動力取出ギヤ128、動力伝達ギヤ111およびディファレンシャルギヤ114を介して駆動輪116, 118に機械的に結合されているから、リングギヤ軸126に出力すべきトルクを求めれば、駆動輪116, 118に出力すべきトルクを求めたことになるからである。なお、実施例では、リングギヤ軸126の回転数NrとアクセルペダルポジションAPとトルク指令値Tr\*との関係を示すマップを予めROM190bに記憶しておき、アクセルペダルポジションAPが読み込まれると、読み込まれたアクセルペダルポジションAPとリングギヤ軸126の回転数NrとROM190bに記憶したマップとに基づいてトルク指令値Tr\*の値を求めるものとした。このマップの一例を図12に示す。

【0073】こうしてステップS112でモータMG1のトルク指令値Tm1\*を設定し、ステップS114でモータMG2のトルク指令値Tm2\*を設定すると、割込処理を利用して所定時間毎(例えば、4msec毎)に繰り返し実行されるモータMG1の制御ルーチン(図13)やモータMG2の制御ルーチン(図14)により、設定された指令値のトルクがモータMG1やモータMG2から出力されるようモータMG1やモータMG2が制御される。こうしたモータMG1の制御とモータMG2の制御については後述する。

【0074】図9に戻って、制御装置180の制御CPU190は、モータMG1, MG2のトルク指令値Tm1\*, Tm2\*を求めた後、エンジン150の回転数Neと閾値Nrefとを比較する処理を行なう(ステップS116)。ここで、閾値Nrefは、モータMG2のみによる運転モードの処理においてエンジン150の目標回転数Ne\*として設定される値の近傍の値として設定されるものである。実施例では、モータMG2のみによる運転モードの処理におけるエンジン150の目標回転数Ne\*が値0に設定されているから、閾値Nrefは、値0の近傍の値として設定されている。なお、この値は、ダンパ157により結合されたクランクシャフト156とキャリア軸127とに結合されている系が共振現象を生じる回転数領域の下限值より小さな値である。したがって、エンジン150の回転数Neが閾値Nrefより大きいときには、まだエンジン150の運転停止の過渡時にあり、共振現象を生じる回転数領域の下限值未満になっていないと判断して、ステップS106に戻り、ステップS106ないしS116の処理を繰り返し実行する。ステップS106ないしS116の処理を繰

り返し実行すると、その都度、タイムカウンタTCがインクリメントされ、エンジン150の目標回転数Ne\*が、図10に示すマップに基づいてより小さな値として設定されるから、エンジン150の回転数Neは、図10に示すマップの目標回転数Ne\*の勾配と同様な勾配で小さくなっていく。したがって、目標回転数Ne\*の勾配を、エンジン150への燃料噴射の停止したときの回転数Neの自然な変化の勾配以上とすれば、エンジン150の回転数Neを速やかに小さくすることができ、回転数Neの自然な変化の勾配未満とすれば、エンジン150の回転数Neを緩やかに小さくすることができる。実施例では、上述の共振現象を生じる回転数領域を通過することを想定しているから、目標回転数Ne\*の勾配は、回転数Neの自然な変化の勾配以上に設定されている。

【0075】一方、エンジン150の回転数Neが閾値Nref以下になると、モータMG1のトルク指令値Tm1\*にキャンセルトルクTcを設定すると共に(ステップS118)、上式(5)によりモータMG2のトルク指令値Tm2\*を設定し(ステップS120)、所定時間経過するのを待つ(ステップS122)。ここで、キャンセルトルクTcは、エンジン150の回転数Neが負の値となるいわゆるアンダーシュートするのを防止するためのトルクである。なお、PI制御を受けるモータMG1により積極的にエンジン150の運転を停止する際にエンジン150の回転数Neがアンダーシュートする理由については上述した。

【0076】モータMG1からキャンセルトルクTcを出力した状態で所定時間経過すると、モータMG1のトルク指令値Tm1\*に値0を設定すると共に(ステップS124)、モータMG2のトルク指令値Tm2\*にトルク指令値Tr\*を設定し(ステップS126)、本ルーチンを終了して、図示しないモータMG2のみによる運転モードの処理を実行する。

【0077】次に、モータMG1の制御について図13に例示するモータMG1の制御ルーチンに基づいて説明する。本ルーチンが実行されると、制御装置180の制御CPU190は、まず、サンギヤ軸125の回転角度θsをレゾルバ139から入力する処理を行ない(ステップS180)、モータMG1の電気角θ1をサンギヤ軸125の回転角度θsから求める処理を行なう(ステップS181)。実施例では、モータMG1として4極対の同期電動機を用いているから、θ1=4θsを演算することになる。続いて、電流検出器195, 196により、モータMG1の三相コイル134のU相とV相に流れている電流Iu1, Iv1を検出する処理を行なう(ステップS182)。電流はU, V, Wの三相に流れているが、その総和はゼロなので、二つの相に流れる電流を測定すれば足りる。こうして得られた三相の電流を用いて座標変換(三相-二相変換)を行なう(ステップ



S 1 8 4)。座標変換は、永久磁石型の同期電動機の d 軸、q 軸の電流値に変換することであり、次式 (6) を演算することにより行なわれる。ここで座標変換を行なうのは、永久磁石型の同期電動機においては、d 軸および q 軸の電流が、トルクを制御する上で本質的な量だからである。もとより、三相のまま制御することも可能である。

$$\begin{bmatrix} Id1 \\ Iq1 \end{bmatrix} = \sqrt{2} \begin{bmatrix} -\sin(\theta_s - 120) & \sin \theta_s \\ -\cos(\theta_s - 120) & \cos \theta_s \end{bmatrix} \begin{bmatrix} |u1| \\ |v1| \end{bmatrix} \quad \dots (6)$$

【0079】次に、2 軸の電流値に変換した後、モータ MG 1 におけるトルク指令値  $Tm1^*$  から求められる各軸の電流指令値  $Id1^*$ 、 $Iq1^*$  と実際各軸に流れた電流  $Id1$ 、 $Iq1$  と偏差を求め、各軸の電圧指令値  $Vd1$ 、 $Vq1$  を求める処理を行なう (ステップ S 1 8 6)。すなわち、まず以下の式 (7) の演算を行なうのである。ここで、 $Kp1$ 、 $Kp2$ 、 $Ki1$ 、 $Ki2$  は、各々係数である。これらの係数は、適用するモータの特性に適合するよう調整されている。なお、電圧指令値  $Vd1$ 、 $Vq1$  は、電流指令値  $I^*$  との偏差  $\Delta I$  に比例する部分 (式 (7) 第 1 式右辺第 1 項) と偏差  $\Delta I$  の i 回分の過去の累積分 (同右辺第 2 項) とから求められる。

$$\begin{bmatrix} Vu1 \\ Vv1 \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} \cos \theta_s & -\sin \theta_s \\ \cos(\theta_s - 120) & -\sin(\theta_s - 120) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Vd1 \\ Vq1 \end{bmatrix} \quad \dots (8)$$

$$Vw1 = -Vu1 - Vv1$$

【0083】実際の電圧制御は、第 1 の駆動回路 1 9 1 のトランジスタ  $Tr1$  ないし  $Tr6$  のオンオフ時間によりなされるから、式 (8) によって求めた各電圧指令値となるよう各トランジスタ  $Tr1$  ないし  $Tr6$  のオン時間を PWM 制御する (ステップ S 1 9 9)。

【0084】ここで、モータ MG 1 のトルク指令値  $Tm1^*$  の符号を図 5 や図 6 の共線図におけるトルク  $Tm1$  の向きを正とすれば、同じ正の値のトルク指令値  $Tm1^*$  が設定されても、図 5 の共線図の状態のようにトルク指令値  $Tm1^*$  の作用する向きとサンギヤ軸 1 2 5 の回転の向きとが異なるときには回生制御がなされ、図 6 の共線図の状態のように同じ向きのときには力行制御がなされる。しかし、モータ MG 1 の力行制御と回生制御は、トルク指令値  $Tm1^*$  が正であれば、ロータ 1 3 2 の外周面に取り付けられた永久磁石 1 3 5 と三相コイル 1 3 4 に流れる電流により生じる回転磁界とにより正のトルクがサンギヤ軸 1 2 5 に作用するよう第 1 の駆動回路 1 9 1 のトランジスタ  $Tr1$  ないし  $Tr6$  を制御するものであるから、同一のスイッチング制御となる。すなわち、トルク指令値  $Tm1^*$  の符号が同じであれば、モータ MG 1 の制御が回生制御であっても力行制御であっても同じスイッチング制御となる。したがって、図 1 3

らである。もとより、三相のまま制御することも可能である。

【0078】

【数 6】

【0080】

【数 7】

$$Vd1 = Kp1 \cdot \Delta Id1 + \sum Ki1 \cdot \Delta Id1$$

$$Vq1 = Kp2 \cdot \Delta Iq1 + \sum Ki2 \cdot \Delta Iq1 \quad \dots (7)$$

【0081】その後、こうして求めた電圧指令値をステップ S 1 8 4 で行なった変換の逆変換に相当する座標変換 (三相→三相変換) を行ない (ステップ S 1 8 8)、実際に三相コイル 1 3 4 に印加する電圧  $Vu1$ 、 $Vv1$ 、 $Vw1$  を求める処理を行なう。各電圧は、次式 (8) により求める。

【0082】

【数 8】

$$\begin{bmatrix} Vu1 \\ Vv1 \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} \cos \theta_s & -\sin \theta_s \\ \cos(\theta_s - 120) & -\sin(\theta_s - 120) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Vd1 \\ Vq1 \end{bmatrix} \quad \dots (8)$$

のモータ MG 1 の制御ルーチンで回生制御と力行制御のいずれも行なうことができる。また、トルク指令値  $Tm1^*$  が負のときには、ステップ S 1 8 0 で読み込むサンギヤ軸 1 2 5 の回転角度  $\theta_s$  の変化の方向が逆になるだけであるから、このときも、図 1 3 に例示したモータ MG 1 の制御ルーチンをそのまま用いることができる。

【0085】次に、モータ MG 2 の制御について図 1 4 に例示するモータ MG 2 の制御ルーチンに基づき説明する。モータ MG 2 の制御処理は、モータ MG 1 の制御処理のうちトルク指令値  $Tm1^*$  とサンギヤ軸 1 2 5 の回転角度  $\theta_s$  に代えてトルク指令値  $Tm2^*$  とリングギヤ軸 1 2 6 の回転角度  $\theta_r$  とを用いる点を除き、モータ MG 1 の制御処理と全く同一である。すなわち、リングギヤ軸 1 2 6 の回転角度  $\theta_r$  をレゾルバ 1 4 9 を用いて検出すると共に (ステップ S 1 9 0)、検出した回転角度  $\theta_r$  からモータ MG 2 の電気角  $\theta_2$  を算出し (ステップ S 1 9 1)、続いてモータ MG 2 の各相電流を電流検出器 1 9 7、1 9 8 を用いて検出し (ステップ S 1 9 2)、その後、座標変換 (ステップ S 1 9 4) および電圧指令値  $Vd2$ 、 $Vq2$  の演算を行ない (ステップ S 1 9 6)、更に電圧指令値の逆座標変換 (ステップ S 1 9 8) を行なって、モータ MG 2 の第 2 の駆動回路 1 9 2

のトランジスタTr11ないしTr16のオンオフ制御時間を求め、PWM制御を行なう（ステップS199）。

【0086】ここで、モータMG2もトルク指令値 $Tm2^*$ の向きとリングギヤ軸126の回転の向きとにより力行制御されたり回生制御されたりするが、モータMG1と同様に、力行制御も回生制御も共に図12のモータMG2の制御処理で行なうことができる。なお、実施例では、モータMG2のトルク指令値 $Tm2^*$ の符号は、図5の共線図の状態のときのトルク $Tm2$ の向きを正とした。

【0087】次に、こうしたエンジン150の停止制御の際のエンジン150の回転数 $Ne$ やモータMG1のトルク $Tm1$ などの変化の様子を図15ないし図17に例示する共線図と図18に例示する説明図とを用いて説明する。図15は図9のエンジン停止制御ルーチンが始めて実行されたときの共線図であり、図16はエンジン停止制御ルーチンのステップS106ないしS116の処理が何回か繰り返し実行されたときの共線図であり、図17はエンジン150の回転数 $Ne$ が閾値 $Nref$ 以下になったときの共線図である。実施例では、図10のマップにおける目標回転数 $Ne^*$ の勾配が回転数 $Ne$ の自然な変化の勾配以上に設定されているから、図15および図16に示すように、モータMG1から出力されるトルク $Tm1$ は、エンジン150の回転数 $Ne$ を強制的に小さくする方向に作用する。したがって、モータMG1は、エンジン停止制御ルーチンが始めて実行されたときには、トルク $Tm1$ はサンギヤ軸125の回転方向と逆向きとなるから、発電機として動作し、その後、図16に示すように、サンギヤ軸125の回転数 $Ns$ が負の値となるから、電動機として動作することになる。このとき、モータMG1はエンジン150の回転数 $Ne$ と目標回転数 $Ne^*$ とに基づいてPI制御されるから、図18に示すように、エンジン150の回転数 $Ne$ は、目標回転数 $Ne^*$ に若干遅れて変化する。なお、エンジン150の運転停止の指示が出力される前の状態におけるエンジン150の回転数 $Ne$ とリングギヤ軸126の回転数 $Nr$ によっては、図6を用いて説明したようにサンギヤ軸125の回転数 $Ns$ が負の値となることもあるから、図16の共線図が、エンジン停止制御ルーチンが初めて実行されたときの共線図となる場合もある。この場合、モータMG1は、はじめから電動機として動作することになる。

【0088】こうした図15および図16の共線図の状態では、エンジン150への燃料供給は停止されているため、エンジン150からのトルクの出力はない。しかし、モータMG1からエンジン150の回転数 $Ne$ を強制的に小さくする方向にトルク $Tm1$ が出力されるため、その抗力としてのトルク $Tsc$ がキャリア軸127に作用することになる。一方、リングギヤ軸126に

は、モータMG2から出力されるトルク $Tm2$ と、モータMG1から出力されるトルク $Tm1$ に伴ってプラネタリギヤ120を介してリングギヤ軸126に出力されるトルク $Tsr$ が作用する。このリングギヤ軸126に作用するトルク $Tsr$ は、前述したように、エンジン150とモータMG1とからなる慣性系の運動の変化と動作共線の釣り合いから求めることができるが、式(5)の右辺第2項と同程度である。したがって、リングギヤ軸126には、トルク指令値 $Tr^*$ と概ね等しいトルクが出力されることになる。

【0089】図9のエンジン停止制御ルーチンが繰り返し実行された結果、エンジン150の回転数 $Ne$ が閾値 $Nref$ 以下になると（ステップS116）、モータMG1からキャンセルトルク $Tc$ が出力されるから、エンジン150の回転数 $Ne$ は図18に破線で示したアンダースhootを生じることなく停止し、モータMG2のみによる運転モードの処理へ滑らかに移行する。実施例では、このモータMG2のみによる運転モードのときには、モータMG1のトルク指令値 $Tm1^*$ を値0としている。このため、動作共線は、エンジン150を空回りさせるのに必要なエネルギーとモータMG1を空回りさせるのに必要なエネルギーの和の最も小さい状態に落ち着く。実施例では、エンジン150はガソリンエンジンを用いているから、エンジン150を空回りさせるのに必要なエネルギー、すなわち、エンジン150のピストンの摩擦や圧縮等に要するエネルギーは、モータMG1のロータ132を空回りさせるのに必要なエネルギーよりも大きくなる。したがって、動作共線は、図17の共線図に示すように、エンジン150が停止し、モータMG1が空回りする状態となる。なお、図17の共線図には、モータMG1から出力されるキャンセルトルク $Tc$ も記載した。

【0090】以上説明した実施例の動力出力装置110によれば、既述した条件でエンジン150を停止可能か否かを的確に判断することができ、しかもエンジン150の運転停止の指示があつてから、エンジン150の回転数 $Ne$ を素早く値0にすることができる。したがって、エンジン150とモータMG1とを慣性マスとしたねじり振動の共振現象を生じる領域の回転数をすばやく通過することができる。この結果、ねじり振動の振幅を抑制するダンパ157を簡易な構成のものとすることができる。

【0091】また、実施例の動力出力装置110によれば、エンジン150の回転数 $Ne$ が値0になる直前に、エンジン150の回転数 $Ne$ が増加する方向のキャンセルトルク $Tc$ をモータMG1から出力するから、エンジン150の回転数 $Ne$ のアンダースhootを抑制することができる。この結果、アンダースhootによって生じ得る振動や異音などの発生を防止することができる。

【0092】次に本発明の第2実施例について説明す

る。第2実施例の動力出力装置は、第1実施例と同じ構成を備え、エンジン150を停止可能か否かの判断として、図19に示す処理を実行する点のみがこととなる。即ち、第2実施例においては、制御装置180は、バッテリー194のSOC等の条件から、エンジン150の運転を継続する要請がなくなった場合、まずそのこと、フラグS X E Gが値1であることにより確認し（ステップS200）、次にエンジン150の冷却水温Twを水温センサ174から読み込む処理を行なう（ステップS210）。エンジン150の冷却水温Twを、エンジン150の暖気状態と強い相関を有するパラメータなので、エンジン150の暖気状態を知るための冷却水温Twを読み込むのである。

【0093】その後、冷却水温Twが、所定値T0（本実施例では、70度C）より大きいかなんかを判断し（ステップS220）、冷却水温Twが所定値T0より大きければ暖気完了と判断し、エンジン停止時制御を実行する（ステップS290）。エンジン停止時制御は、第1実施例の制御（図7ステップS90）と同一であり、その詳細は、図9ないし図18を用いて既に説明したので、ここではその説明は繰り返さない。なお、冷却水温Twが所定値T0以下であれば、暖気は未だ完了していないとして、何も行なわず、「END」に抜けて本ルーチンを一旦終了する。

【0094】上記の処理を行なう第2実施例の動力出力装置では、エンジン150の運転を継続する要請がなくなっても、その暖気が完了するまではエンジン150を停止する制御（ステップS290）を行なうことがない。したがって、例えば触媒コンバータ155の暖気を十分に行なうことができ、排気浄化性を損なうことがない。また、暖気完了前であれば、エンジン150の潤滑性が不十分であることから、原動機のフリクションが大きく、エンジン150の出力軸の回転減速度を所定範囲に制御することが困難な場合があり得るが、本実施例では、暖気を完了した後、エンジン150を停止するから、回転減速度を所定範囲に制御しつつエンジン150を停止することができ、ねじり共振の問題を回避することができることは、第1実施例と同様である。

【0095】以上説明したいくつかの実施例の動力出力装置110では、モータMG1およびモータMG2にPM形（永久磁石形；Permanent Magnet type）同期電動機を用いたが、回生動作および力行動作の双方が可能なのであれば、その他にも、VR形（可変リラクタンス形；Variable Reluctance type）同期電動機や、バーニアモータや、直流電動機や、誘導電動機や、超電導モータや、ステップモータなどを用いることもできる。

【0096】また、実施例の動力出力装置110では、第1および第2の駆動回路191、192としてトランジスタインバータを用いたが、その他に、IGBT（絶縁ゲートバイポーラモードトランジスタ；Insulated Ga

te Bipolar mode Transistor）インバータや、サイリスタインバータや、電圧PWM（パルス幅変調；Pulse Width Modulation）インバータや、方形波インバータ（電圧形インバータ、電流形インバータ）や、共振インバータなどを用いることもできる。

【0097】さらに、バッテリー194としては、Pbバッテリー、NiMHバッテリー、Liバッテリーなどを用いることができるが、バッテリー194に代えてキャパシタを用いることもできる。

【0098】以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明はこうした実施の形態に何等限定されるものではなく、例えば、実施例の動力出力装置を船舶、航空機などの交通手段やその他各種産業機械などに搭載する態様など、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる形態で実施し得ることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例としての動力出力装置110の概略構成を示す構成図である。

【図2】実施例の動力出力装置110の部分拡大図である。

【図3】実施例の動力出力装置110を組み込んだ車両の概略の構成を例示する構成図である。

【図4】実施例の動力出力装置110の動作原理を説明するためのグラフである。

【図5】実施例におけるプラネタリギヤ120に結合された3軸の回転数とトルクの関係を示す共線図である。

【図6】実施例におけるプラネタリギヤ120に結合された3軸の回転数とトルクの関係を示す共線図である。

【図7】実施例におけるエンジン停止判断処理ルーチンを示すフローチャートである。

【図8】実施例のシステムにおける差速制限について説明する説明図である。

【図9】実施例の制御装置180により実行されるエンジン停止制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図10】タイムカウンタTCとエンジン150の目標回転数Ne\*との関係を例示するマップである。

【図11】実施例の制御装置180により実行される要求トルク設定ルーチンを例示するフローチャートである。

【図12】リングギヤ軸126の回転数NrとアクセルペダルポジションAPとトルク指令値Tr\*との関係を例示する説明図である。

【図13】制御装置180の制御CPU190により実行されるモータMG1の制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図14】制御装置180の制御CPU190により実行されるモータMG2の制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図15】図7のエンジン停止制御ルーチンが始めて実

行されたときの共線図である。

【図16】エンジン停止制御ルーチンのステップS106ないしS116の処理が何回か繰り返し実行されたときの共線図である。

【図17】エンジン150の回転数Neが閾値Nref以下になったときの共線図である。

【図18】エンジン150の回転数NeとモータMG1のトルクTm1の変化の様子を例示する説明図である。

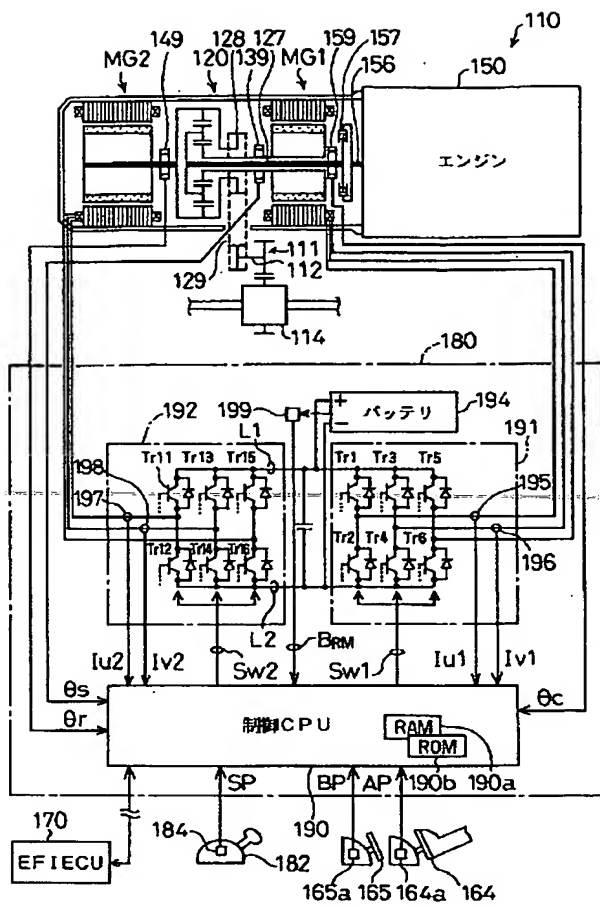
【図19】第2実施例におけるエンジン停止判断処理ルーチンを示すフローチャートである。

【符号の説明】

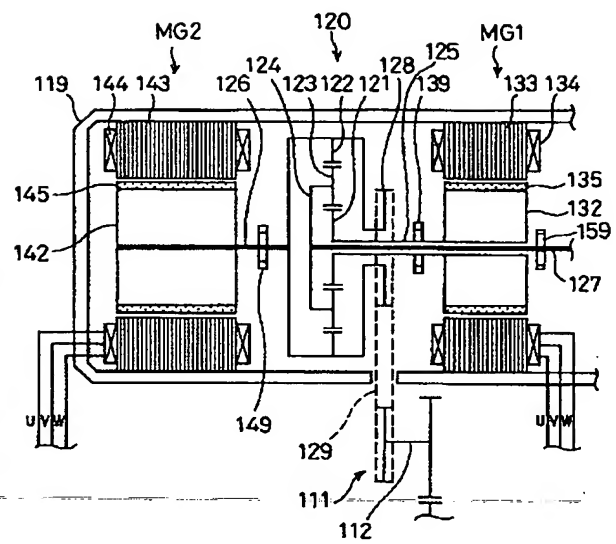
110…動力出力装置  
111…動力伝達ギヤ  
112…駆動軸  
114…ディファレンシャルギヤ  
116, 118…駆動輪  
117, 119…駆動輪  
119…ケース  
120…プラネタリギヤ  
121…サンギヤ  
122…リングギヤ  
123…プラネタリピニオンギヤ  
124…プラネタリキャリア  
125…サンギヤ軸  
126…リングギヤ軸  
127…キャリア軸  
128…動力取出ギヤ  
129…チェーンベルト  
132…ロータ  
133…ステータ  
134…三相コイル  
135…永久磁石  
139…レゾルバ  
140…ABS装置  
142…ロータ  
143…ステータ  
144…三相コイル  
145…永久磁石  
149…レゾルバ  
150…エンジン  
151…燃料噴射弁  
152…燃焼室

153…排気管  
154…ピストン  
155…触媒コンバータ  
156…クランクシャフト  
157…ダンパ  
158…イグナイタ  
159…レゾルバ  
160…ディストリビュータ  
162…点火プラグ  
10 164…アクセルペダル  
164a…アクセルペダルポジションセンサ  
165…ブレーキペダル  
165a…ブレーキペダルポジションセンサ  
166…スロットルバルブ  
167…スロットルバルブポジションセンサ  
168…アクチュエータ  
170…E.F.I.-E.C.U.  
172…吸気管負圧センサ  
174…水温センサ  
20 176…回転数センサ  
178…回転角度センサ  
179…スタータスイッチ  
180…制御装置  
182…シフトレバー  
184…シフトポジションセンサ  
190…制御CPU  
190a…RAM  
190b…ROM  
191…第1の駆動回路  
30 192…第2の駆動回路  
194…バッテリー  
195, 196…電流検出器  
197, 198…電流検出器  
199…残容量検出器  
310…動力出力装置  
CS…クランクシャフト  
DNP…ダンパ  
EG…エンジン  
MG1…モータ  
40 MG2…モータ  
Tr1~Tr6…トランジスタ  
Tr11~Tr16…トランジスタ

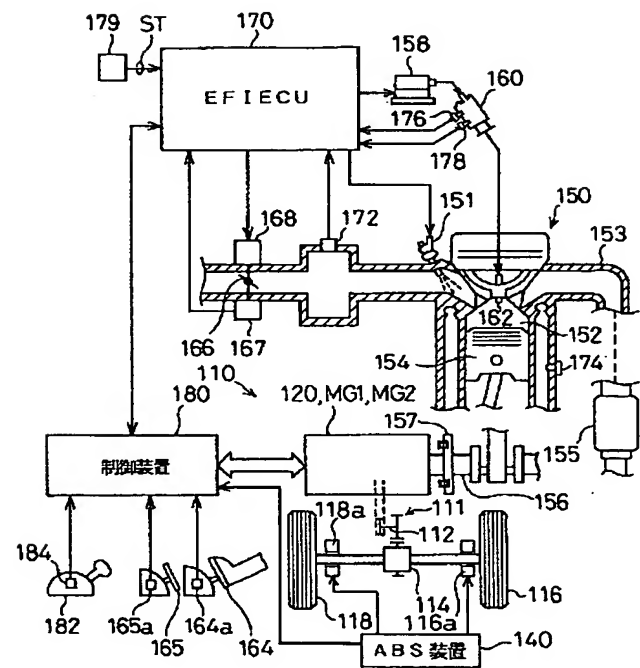
【図 1】



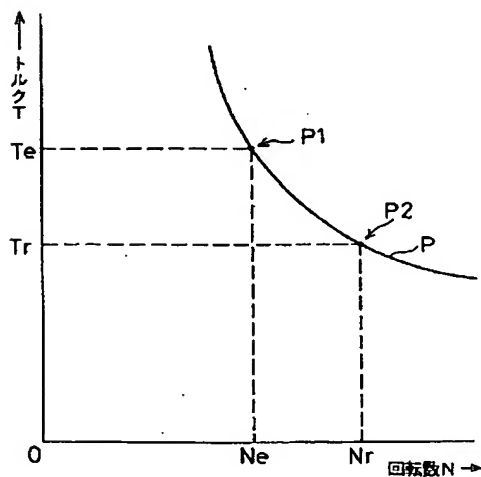
【図 2】



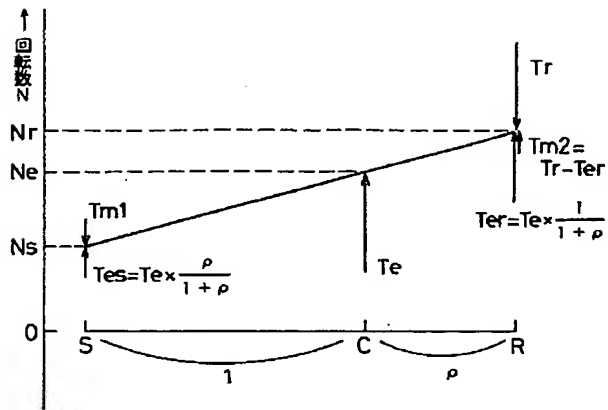
【図 3】



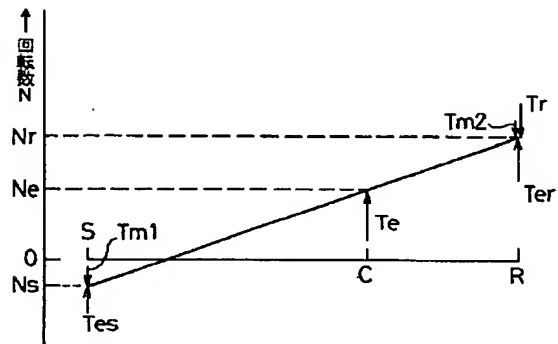
【図 4】



【図5】

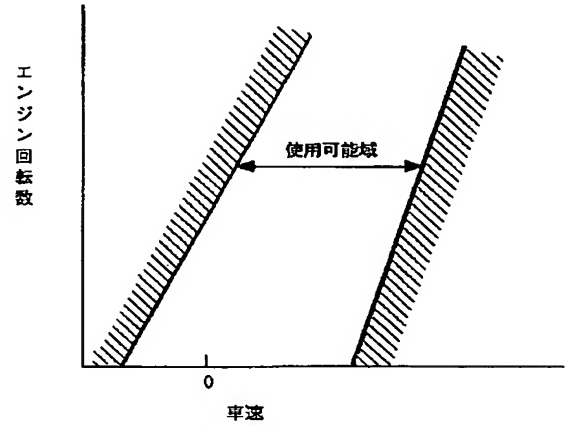
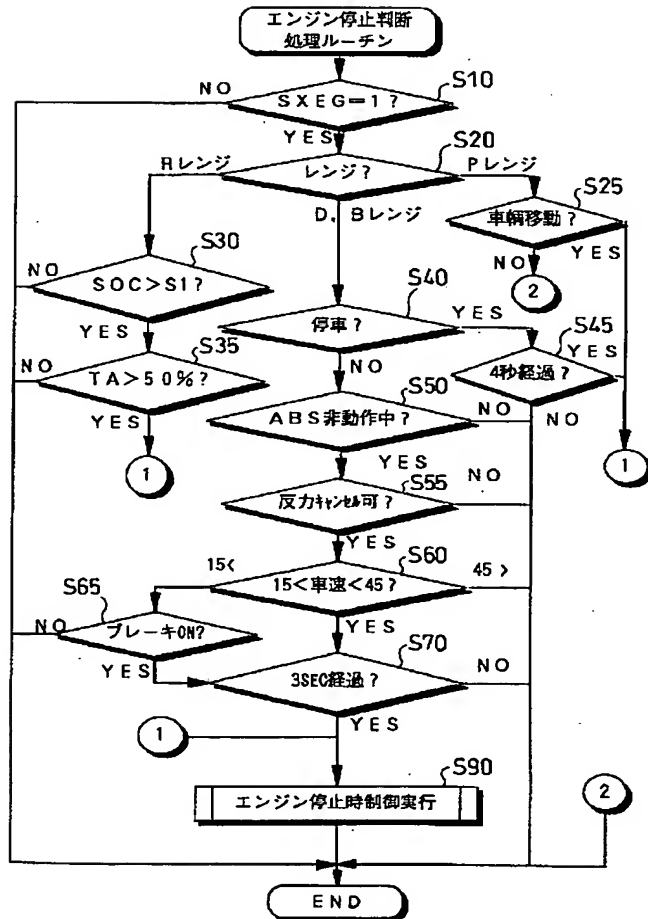


【図6】

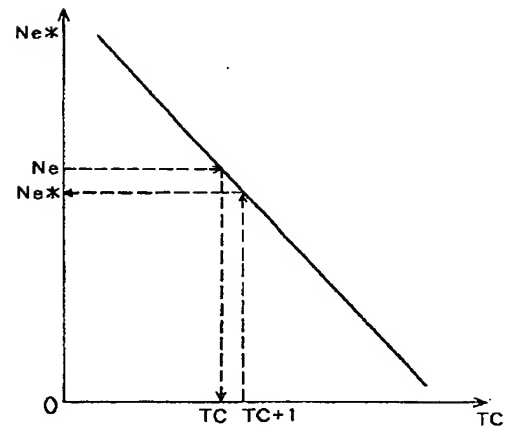


【図8】

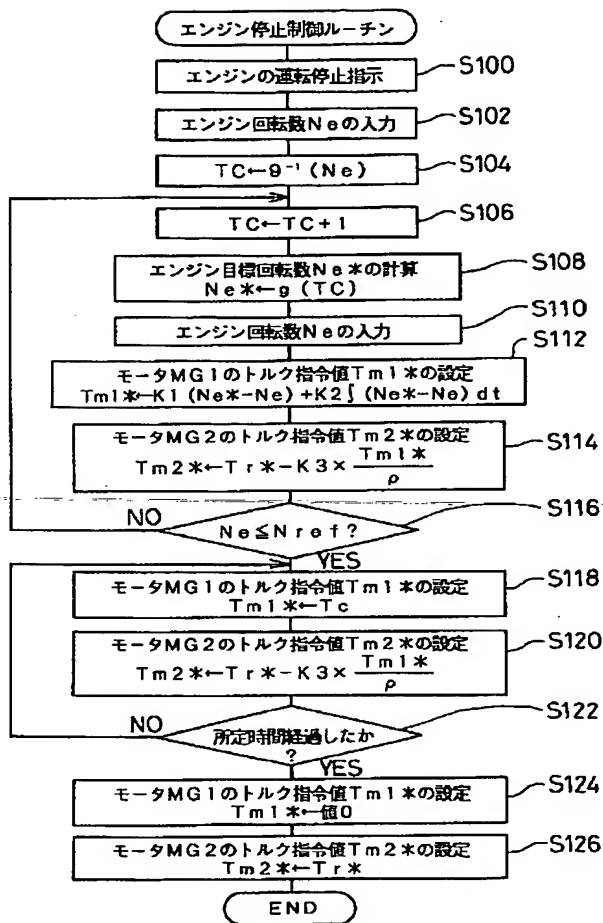
【図7】



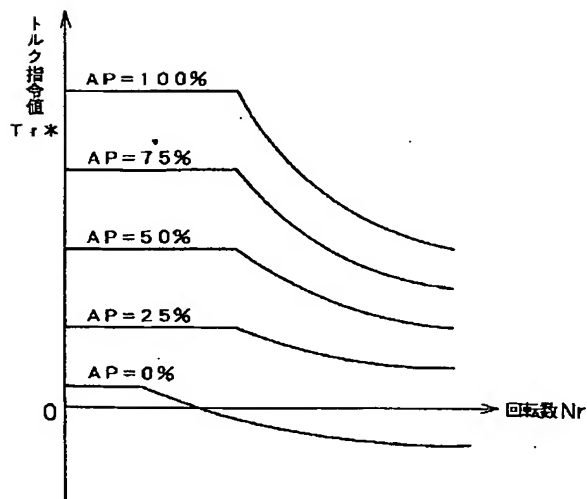
【図10】



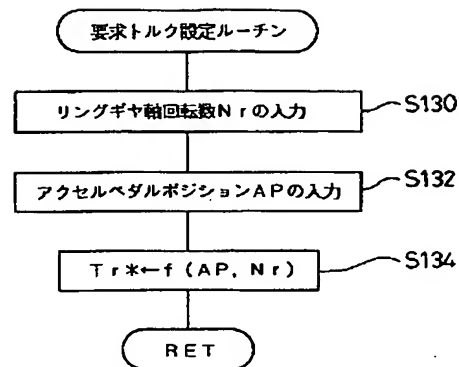
【図9】



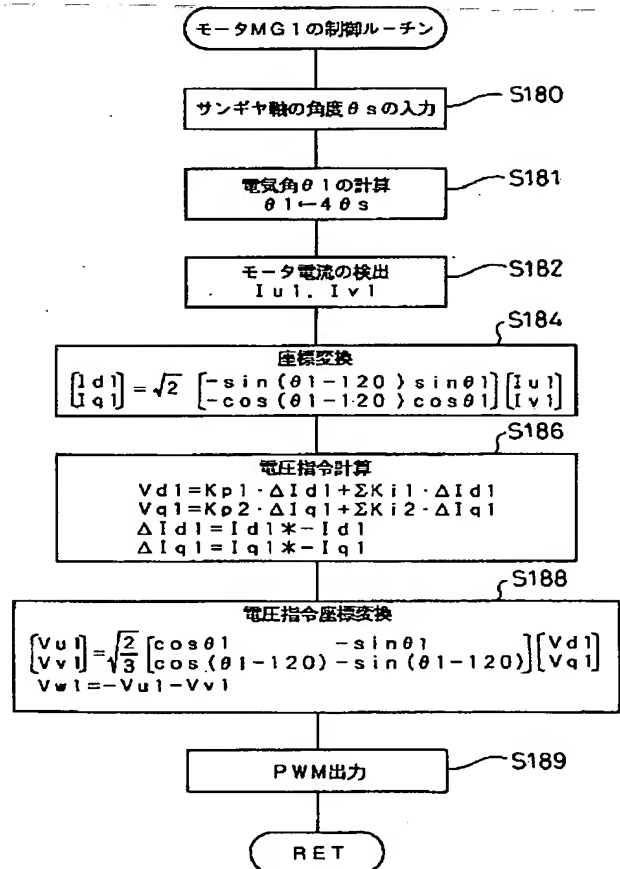
【図12】



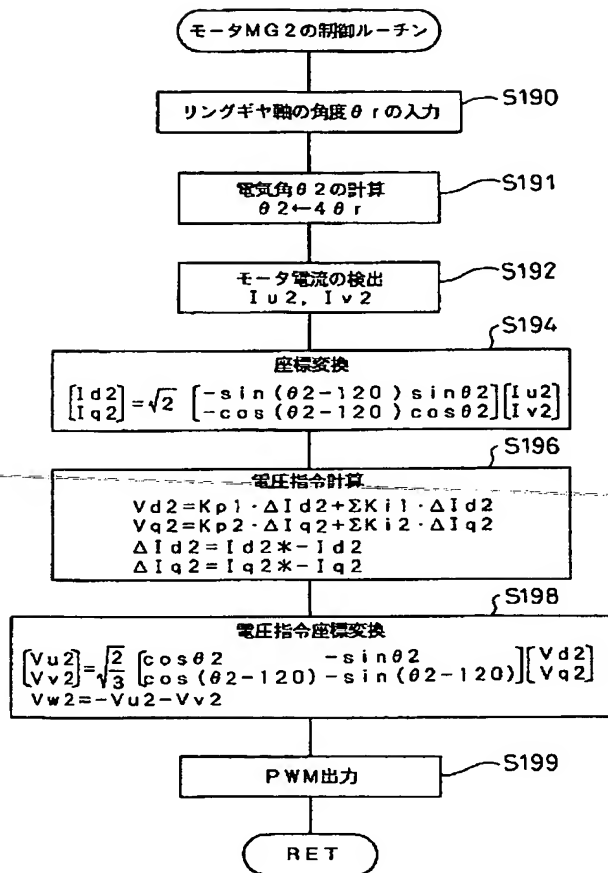
【図11】



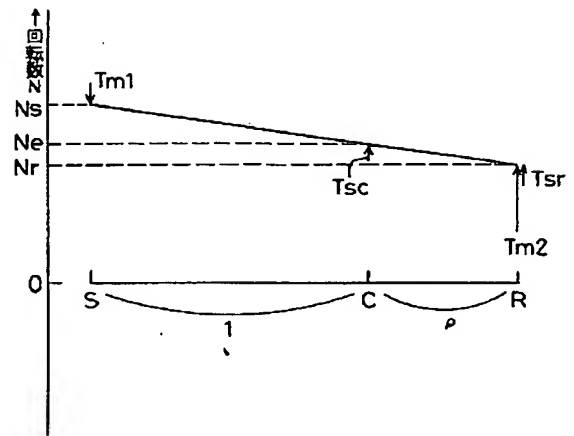
【図13】



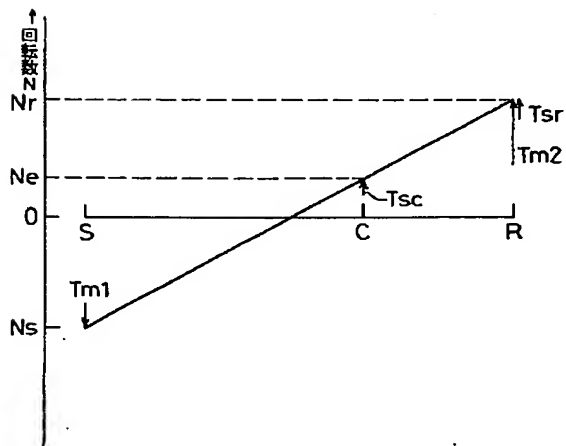
【図 1 4】



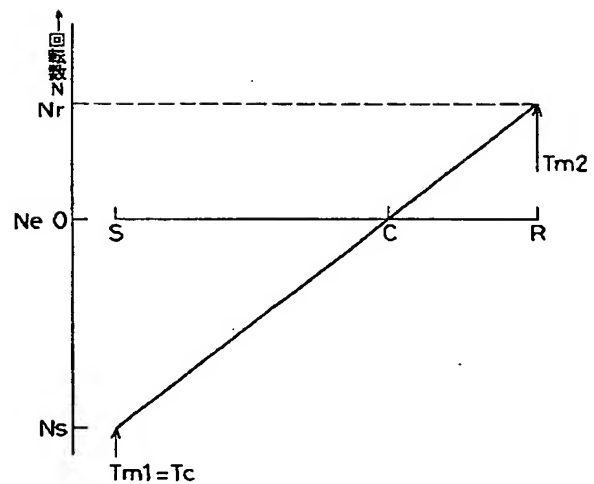
【図 1 5】



【図 1 6】

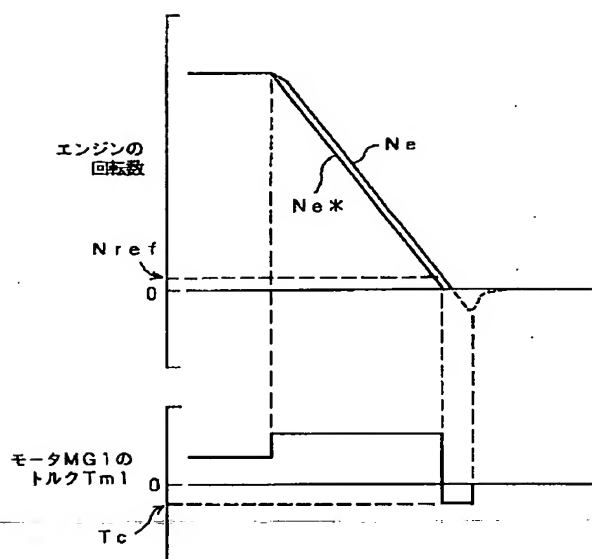


【図 1 7】

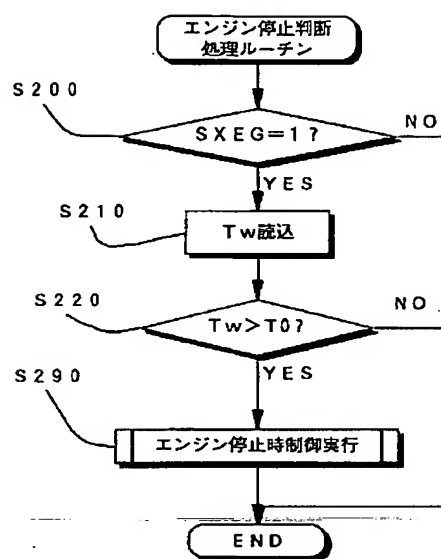




【図18】



【図19】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record.**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**